



ભલું થજે ભંગારનું

મારે રમવું છે.

LITTLE SCIENCE

ભલું થજો ભંગારનું
(વિજ્ઞાનના કેટલાંક સસ્તા અને રસપ્રદ રમકડાંઓ)

લેખક અરવિંદ ગુપ્તા	ચિત્ર અને સજ્જા અવિનાશ દેશપાંડે
ભાષાંતર છાયા ઉપાધ્યાય	સજ્જા સિદ્ધેશ પવાર

વિજ્ઞાન જેવા અટપટા ગણાતા વિષયને સરળ અને રસપ્રદ રીતે રજૂ કરી સમજણ કેળવી આપે તેવાં રમકડાંઓ બનાવવા માટેની અરવિંદ ગુપ્તાની ત્રણ પુસ્તિકાઓની શ્રેણી (કબાડથી જુગાડ, રમકડાંનો થેલો અને રમકડાંનો ખજાનો) બાળકો માટે ખૂબ જ ઉત્તેજના પ્રેરક છે.

આવી મહેદાર રીતે વિજ્ઞાન લોકો સુધી પહોંચે અને ફેલાતું રહે તે હેતુથી એકલવ્ય ભોપાલ દ્વારા આ પુસ્તિકાઓ ૧૯૮૯ થી પ્રકાશિત કરવામાં આવી છે જેને, બાળકો, શિક્ષકો તેમજ વાલીઓએ હોંશે હોંશે વધાવી છે.

આ જ પ્રક્રિયાને આગળ વધારવા આર્ય તરફથી આ ત્રણે પુસ્તિકાઓનું ગુજરાતી-અંગ્રેજીમાં પ્રકાશન કરવામાં આવેલ છે.

આ પ્રકાશનની મંજૂરી આપવા બદલ શ્રી અરવિંદ ગુપ્તાનો અમે આભાર માનીએ છીએ.

નવજબાઈ રતન ટાટા ટ્રસ્ટ અને સર રતન ટાટા ટ્રસ્ટના સહયોગથી આ પ્રકાશન કરવામાં આવેલું છે.

પ્રથમ સંસ્કરણ : ઓક્ટોબર-૨૦૧૪/૩૦૦૦ પ્રત

પ્રકાશક: આર્ય, નગારીયા, ધરમપુર, વલસાડ (ગુજરાત) ૩૮૬ ૦૫૦

ફોન: (૦૨૬૩૩) ૨૪૦૦૪૭ / ૨૪૦૪૦૯

Email: arch.dharampur@gmail.com / rashmidharampur@yahoo.com
www.archgujarat.rog

મુદ્રક : માર્ક ક્રિએશન, સુરત ફોન : ૦૨૬૧-૨૪૬૦૭૨૨

કિંમત: ૫૦.૦૦



LITTLE SCIENCE

Written by Arvind Gupta	Layout and illustrations Avinash Deshpande
Translation Chhaya Upadhaya	Layout Siddhesh Pawar

Children can explore “Science” believed to be a complex subject, with ease & excitement through Arvind Gupta’s series of three books, (Little Science, Toy Bag & Toy Treasure).

These books are being published by Eklavya-Bhopal since 1989 with an objective to popularize science in such an interesting way. They have received warm welcome from children, parents and teachers.

ARCH is publishing these 3 books in Gujarati - English version to continue & expand this process.

We thank Arvind Gupta to permit us to publish these books.

First published in Hindi-English as *Kabad se Jugad* by Eklavya, Bhopal in 1989

**These books are published with the support of
Navajbai Ratan Tata Trust & Sir Ratan Tata Trust**

First Edition : October 2014/3000 copies

Published by : **ARCH-Dharampur**

Nagariya, Dharampur, Valdad (Guj) 396 050

Phone: (02633)240047 / 240409

Email: arch.dharampur@gmail.com / rashmidharampur@yahoo.com

www.archgujarat.rog

Printed by Mark Creation-Surat, Ph. 0261-2460722

Price: Rs. 50.00



એકવાર એક વાલીએ એક મોંઘા રમકડાંને તેના ચમકદાર ડબ્બામાંથી એવું કહેતાં કહેતાં બાળકને આપ્યું “આને સંભાળીને રમજે...જો જે તૂટે નહીં” રમકડાંના બધા ખૂણા ગોળ હતા એટલે બાળક તેની કોઈ કિનારીને સ્પર્શી પણ ન શક્યું. રમકડું પ્લાસ્ટીકનું એટલે તેને જમીન પર પછાડી ન શકાયું. તેમાં ન કોઈ સુગંધ હતી કે ન કોઈ સ્વાદ. ત્રણ મિનિટની જ અંદર બાળકે રમકડાંને એક ખૂણામાં ફેંકી દીધું હતું અને આનંદથી તેના ડબ્બા સાથે રમવા લાગી ગયું હતું. તેને ખાતરી હતી કે ડબ્બાને જમીન પર ફેંકશે તો પણ તેને કોઈ ચીડાશે નહીં. પોતાના દ્રષ્ટિકોણથી તો બાળકે રમકડાંનું મૂલ્યાંકન બરાબર કર્યું હતું.

બાળકો હંમેશા કોઈ ને કોઈ શોધખોળમાં વ્યસ્ત રહેતા હોય છે. પોતાની ખાલી પળોમાં તેઓ કંઈ ને કંઈ પ્રયોગો કર્યા કરતા હોય છે. તેઓ અહીં-તહીં ફેંકી દેવાયેલો ભંગાર ભેગો કરી કશી ને કશીક સ્વનાત્મક વસ્તુઓ બનાવ્યા જ કરતા હોય છે. આ સાધારણ વસ્તુઓની સાથે રમત કરી માથાઝીક કરીને જ તેઓ ઘણું શીખી જાય છે. ફેંકી દેવાયેલી સસ્તી વસ્તુઓથી પ્રયોગ કરવાનો એક ફાયદો એ છે કે તેના ઉપયોગથી મોટાઓ ચિડાતા નથી કે બૂમો નથી પાડતા.

ગણિત એક સુંદર વિષય છે. વ્યવહારમાં તેના ઊંડા મૂળિયા છે અને વાસ્તવિક જીવન સાથે તેનો ઊંડો સંબંધ છે. પરંતુ જે બરાબ રીતે તેને શાળામાં ભણાવવામાં આવે છે તેથી બાળકોને તેના પ્રતિ આજીવન નફરત પેદા થઈ જાય છે. એક સંવેદનશીલ વાલી કે શિક્ષક તરીકે આપણે બાળકમાં ઓછામાં ઓછું એટલું તો ન જ કરવું જોઈએ જેથી બાળકોને કોઈ વિષય માટે અરુચિ-નફરત પેદા થાય.

જો આપણને કોઈ વિષય માનવીય રીતે ભણાવતાં ન આવડે તો આપણે તેને બાળકની નૈસર્ગિક પ્રતિભા અને ક્ષમતાઓ પર છોડી દેવો જોઈએ. કદાચ એક દિવસ તેમને એ વિષય તરફ રુચિ જાગશે અને તે સમયે તેઓ તેના વિષે બધું જ શોધી કાઢશે.

આજકાલ પાઠ્ય-પુસ્તકો જ શિક્ષણનો, જ્ઞાનનો વિકલ્પ બની ગયાં છે. શિક્ષકો ‘જ્ઞાન’ના આ ભંડારને બાળકના ગળામાં ઠુંસવા તૈયાર હોય છે. તેમને એ વાતની કોઈ પરવાહ નથી કે બાળકો આ જ્ઞાનને પચાવી રહ્યા છે કે નહીં. પરંતુ જ્ઞાન તો સાગરની જેમ અથાગ છે. સમુદ્રમાંથી જેટલું પણ પાણી ઉલેચો-ડ્રમ ભરી, પ્યાલો ભરી, ચમચી ભરી કે એક બુંદ ભરી તે અપ્રસ્તુત છે; પરંતુ એક કામ તો ન જ કરો. બાળકની સમુદ્ર તટે ફરવાની ખુશી - ફરવાનો આનંદ તો ન જ છીનવી લો.

આ પુસ્તકમાં વિજ્ઞાનના કેટલાક સરળ, રોચક છતાં સસ્તામાં થાય તેવા પ્રયોગો આપ્યા છે. તેમાંના ઘણાં તો મેં સ્વયં રસ ધરાવતાં બાળકો પાસેથી, લોકો પાસેથી કે પુસ્તકોમાંથી શીખ્યા છે. આ પુસ્તકનું અંગ્રેજી “સાયન્સ એજ” નામની પત્રિકામાંથી લીધું છે, જેમાં “વિટલ સાયન્સ” શિર્ષકની અંતર્ગત આમાંના કેટલાય લેખ છપાયાં હતાં.

બાળકો અનુભવ દ્વારા શીખે છે. તેઓ વિજ્ઞાનના સિદ્ધાંતોને કોઈ રમકડામાં અથવા ક્યારેક જિંદગીના અસલ અનુભવોમાં જુએ છે ત્યારે તેને વધારે સારી રીતે સમજી શકે છે. શાળાના અભ્યાસક્રમમાં ઘણીવાર સૂત્રો અને વ્યાખ્યાઓને ગોખવામાં અને એને બહાર થુંકી કાઢવા પર જ આર મૂકવામાં આવે છે. શાળાઓ અને શિક્ષકો અભ્યાસક્રમ પૂરો કરવામાં જ લાગેલા રહે છે.

તેઓ ભૂલી જાય છે કે શિક્ષણનું સાચું કામ વસ્તુઓનાં અસલી રૂપને ઉભારવાનું અને નિખારવાનું છે.

What not to do

Once a parent bought an expensive toy and after removing it from its gleaming box gave it to a child with a warning 'Handle it carefully, don't break it'. The toy had rounded corners so the child could not feel its edges'. She couldn't hammer it on the ground as it was made of plastic. It had no smell or taste. Within three minutes flat the child had left the neatly rounded plastic toy in the corner, and was merrily playing with its box. She knew that she would not be scolded for throwing the box on the floor. From her own viewpoint the little girl had made a very intelligent assessment of the toy.

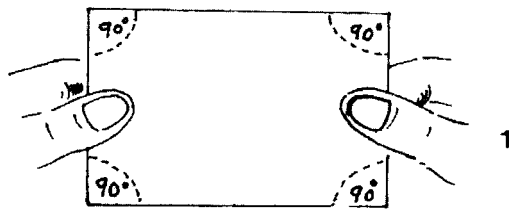
Children are eternal explorers. In their free moments they are always experimenting and improvising. They are always making and inventing things out of odds and bits and trinkets. They learn a great deal from ordinary, organic things found around the house. The main thing about scrap is that children can use it freely without adult admonishment.

Maths is a beautiful subject. It has deep roots in practice and great relevance to real life. But the horrendous way it is taught in schools gives children a distaste - a life long hatred for the subject. As sensitive parents and teachers the least that we must not do is to give children a distaste for a subject. If we don't know a humane way of teaching something then we" must just leave it, trusting it to the children's own natural resilience and abilities. Someday, may be, they'll get excited about it and then they will discover the whole world about that subject.

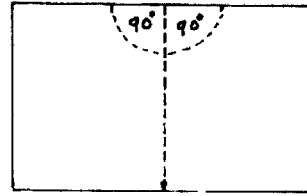
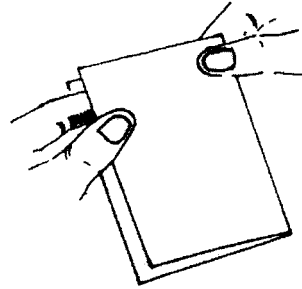
Today textbooks have become synonymous with knowledge. Educationists seem to be in a hurry to shovel concentrated doses of knowledge down the throats of children, without bothering whether the children can assimilate them. But knowledge is like a sea. It is eternal, endless. What you take out - a barrel, a cup, a spoon, a drop is immaterial. What, however, one must not do is to give children a distaste of going to the sea beach.

This booklet lists a few innovative experiments for learning science. Many of them I learnt from interesting children, people and books. The English title of this book LITTLE SCIENCE has been taken from the magazine SCIENCE AGE where most of these articles first appeared.

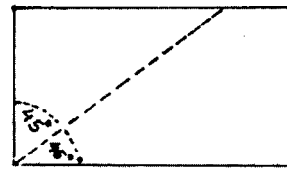
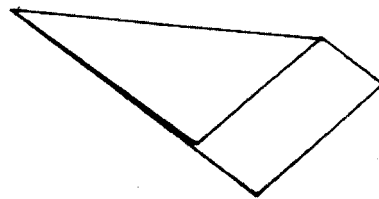
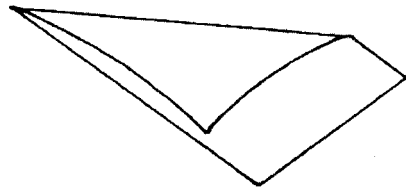
Children understand better if they experience things. They understand science principles better if they see them in some toy or are able to relate them to a real life experience. Otherwise school curriculums will keep emphasizing rote learning - mugging and spitting of definitions and formulae. This they will do with the view of covering the course, forgetting that the real task of education is to uncover things.



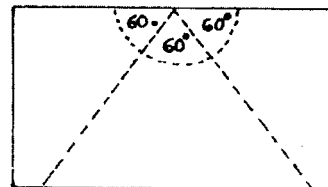
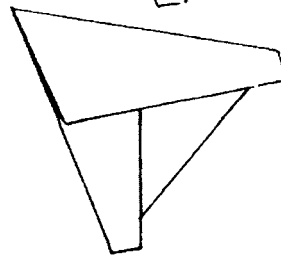
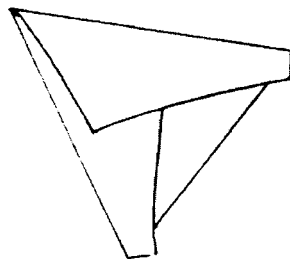
1



2



3



4

કાગળ વાળો-ભૂમિતિ જાણો

ટી. સુન્દર રાવ નામના એક ભારતીય ગણિતશાસ્ત્રીએ ૧૮૯૩માં એક પુસ્તક લખ્યું હતું. 'કાગળ વાળવાની પ્રવૃત્તિ વડે ભૂમિતી' અહીં આપેલી મોટાભાગની પ્રવૃત્તિઓની પ્રેરણા તે પુસ્તક છે.

કાગળ વાળવાની પ્રવૃત્તિઓમાં ગણિત છુપાયેલું છે. એક સાદો કાગળ તો સપાટ જ દેખાય છે ને? જેવી તેની ગડી વાળીએ કે તેમાં સીધી રેખાઓ દેખાવા માંડે છે.

આપણે 'ખૂણા' થી શરૂ કરીએ. ૯૦° નો ખૂણો સમજવો સહુથી સહેલો છે કારણ કે દરેક કાગળના ખૂણા કાટકોણ (૯૦°) હોય છે (ચિત્ર-૧). કાટકોણ ઘણી બધી જગ્યાએ જોઈ શકાય છે જેમકે, ઓરડાની દિવાલ, બ્લેક બોર્ડ, ચોપડી-નોટ, ટેબલ..... જોઈ શકાય છે ને આ બધાના કાટકોણ?

ચિત્ર-૧

કાગળની બહારની સીધી ધાર ૧૮૦° ની હોય છે. હવે કાગળને બરાબર વચ્ચેથી વાળો. જ્યાં કાગળ વાળ્યાની ધીસી પડી તેની બંને તરફ મળશે ૯૦° ના ખૂણા.

ચિત્ર-૨

હવે ૪૫° નો ખૂણો. ચિત્ર-૩ માટે કાગળ કઈ રીતે વાળવો? કાગળના ચાર ખૂણા ૯૦° ના છે તે જોયું. હવે તે કાગળના ખૂણાઓમાંથી કોઈ એક ખૂણાના બે સરખા ભાગ થાય તે રીતે કાગળ વાળો. ૪૫° - ૪૫° ના બે ખૂણા મળશે ને?

હવે ૬૦° નો ખૂણો શોધવો છે. તે પણ સહેલું જ છે. આ માટે કાગળની કિનાર અથવા તો ૧૮૦° ના ખૂણાને એક સરખા ત્રણ ભાગમાં વહેંચી દો. કાગળની એક કિનાર પર મધ્યબિંદુ નક્કી કરી લો. કાગળની બંને છેડાને એવી રીતે વાળો કે તે બિંદુ આગળ ૬૦° નો ખૂણો બને, વાળતી વખતે એટલું ધ્યાન રાખો કે બંને કિનાર કાગળની ગડી પર ચોપડા બેસે. જુઓ હવે સરળ કોણ (૧૮૦°) ના ત્રણ સરખા ભાગ થઈ ગયા છે. દરેક ભાગ ૬૦° નો જ ખૂણો છે ને? (ચિત્ર-૪), શરૂઆતમાં બરાબર ૬૦° ના માપે ન પણ વળે. પણ આ તો મહાવરણની વાત થઈ (ચિત્ર-૪).

Geometry by paper folding

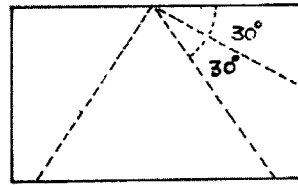
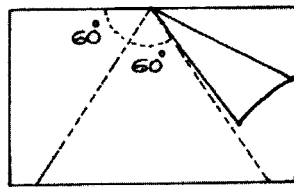
Most of these 'Geometric Exercises in paper folding' have been inspired by a book of the same name, written by an Indian mathematician in 1893. His name was T. Sundara Row (anglicized from Rao).

Paper folding is mathematical by its very nature. A sheet of paper starts as a plane. However, on folding a crease a straight line results, because of the intersection of two planes.

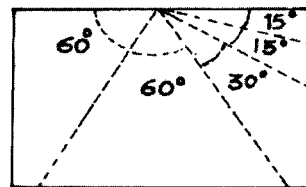
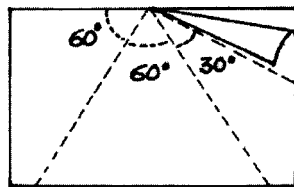
We'll start with simple angles. A right angle or 90 degrees is trivial for all paper sheets have right angle corners. **Fig (1)**. It's easy to see that a straight edge is 180 degrees by doubling it upon itself and seeing two exact right angles on either side of the crease. **Fig (2)**. A 45 degree angle is got by folding any right angle corner into half. **Fig (3)**.

How to fold 60 degrees? Divide a straight edge 180 degrees into three equal angles. Simple, isn't it. Take a point midway on the straight edge of the paper. Lift both edges of the paper from this point and fold them to approximately 60 degrees.

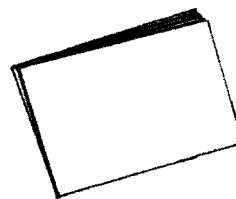
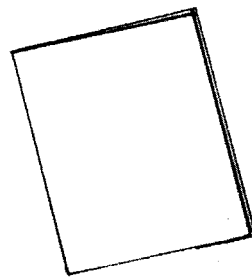
Before creasing ensure that the edges are flush with the folds to be creased. **Fig (4)**. With a bit of practice and patience you can fold very accurate 60 degree angles.



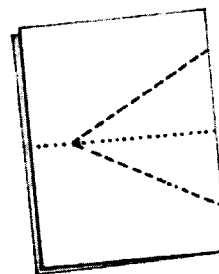
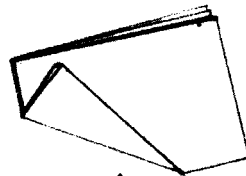
1



2

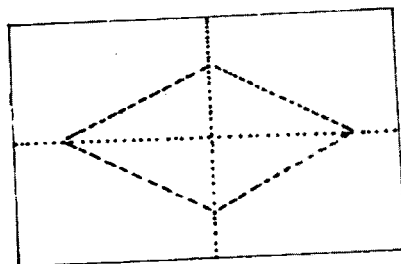


3

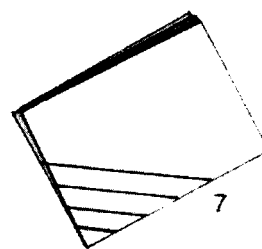


4

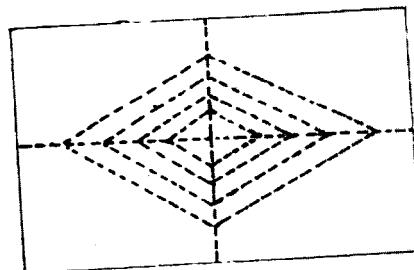
5



6



7



8

6

કાગળનો હિરો

કાગળ વાળીને 30° નો ખૂણો કેવી રીતે બનાવી શકાય? બે રીતે: એક 60° ના ખૂણાના ત્રણ સરખા ભાગ કરીને અને 60° ના ખૂણાના બે સરખા ભાગ કરીને (ચિત્ર-૧). 30° ના ખૂણાને અડધો કરીને 15° નો ખૂણો મેળવી શકાય. આ માટે 30° ના ખૂણાની સામસામેની બાજુ એકબીજા પર ચપોચપ બેસે તેમ કાગળ વાળવો પડે (ચિત્ર-૨).

આ ખૂણો બનાવવા માટે તમારે કોણમાપક કે પરિકર જેવા સાધનોની જરૂર પડી? 'ના' ને! આ ભૌમિતિક સાધનો તો તમારે લઈને ફરવા પડે જ્યારે એક સમતલ કાગળ તો કોઈપણ સ્થળે મળી રહે. ઉપરના ખૂણાઓને ભેગા કરીને કે તેમાંથી ચોક્કસ માપનો ખૂણો બાદ કરીને બીજા ઘણા ખૂણા મેળવી શકાય જેમકે, 60° માં 15° ઉમેરીને 75° મેળવી શકાય અને 60° માંથી 15° બાદ કરીને 45° નો ખૂણો મેળવી શકાય.

કાગળમાંથી હિરો કેવી રીતે 'ઘડી' કાઢવો? એક કાગળને પહેલા તો બે સરખા ભાગ બને તેમ વાળો અને પછી તેને ફરી વાળી ચાર સરખા ભાગ બનાવો (ચિત્ર-૩). આ ચાર પડવાળા કાગળના બંધ ભાગને ત્રિકોણ આકારે વાળો (ચિત્ર-૪). કાગળને ક્રમશઃ ખોલશો (ચિત્ર-૫,૬). એટલે તમને કાગળની વચ્ચે એક ચતુષ્કોણ જોવા મળશે.

જો આ ચાર ગડીવાળા કાગળના બંધ ભાગને ત્રિકોણ આકારે એવી રીતે વાળતા જઈએ કે સમાંતર રેખાખંડ બનતા જાય (ચિત્ર-૭). તો, તે કાગળને ખોલતાં હિરાની અંદર હિરાની હાર જોવા મળશે (ચિત્ર-૮).

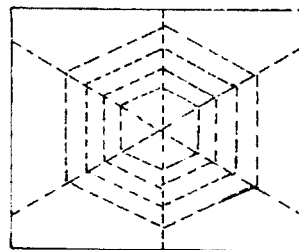
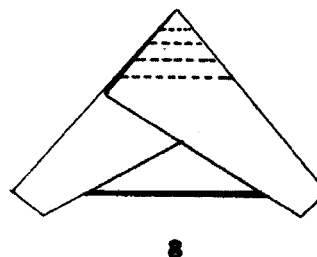
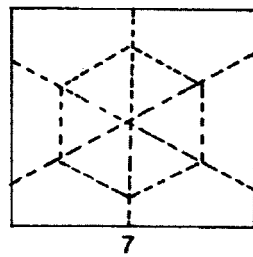
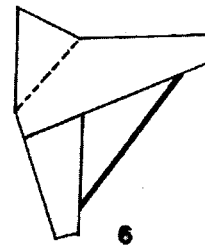
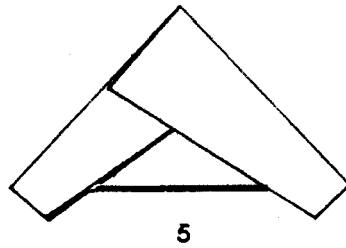
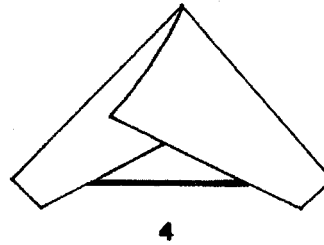
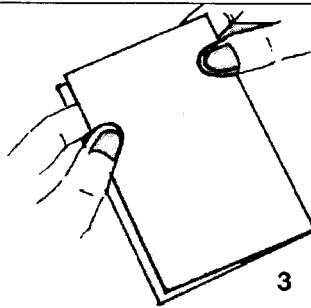
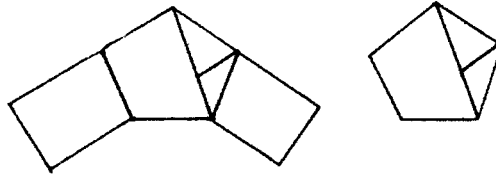
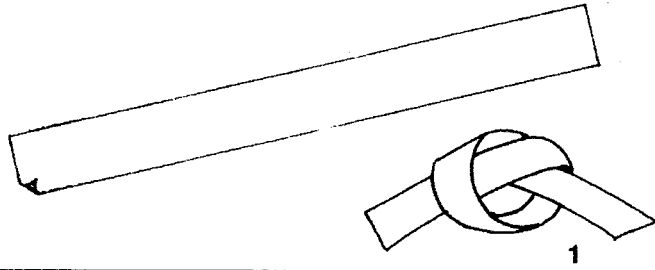
Paper Diamonds

How to fold a 30 degree angle? This could be done in two ways. Either you could fold a right angle into three equal parts, or else, fold the 60 degree angle such that its one edge doubles on the other. **Fig. (1)**. A fifteen degree, angle can be got by halving the 30 degree angle. This can be simply done by doubling its one edge over the other. **Fig (2)**.

You did not use the D, the compass or any other aid from the geometry box for folding the above angles. And whereas a geometry box has to be carried around, a piece of paper is available anywhere. By combining the above angles you can get several more. For instance, we can have 105 degrees by adding 90 and 15 and 75 degrees by subtracting 15 from 90.

How to fold a diamond? Fold a sheet first into two and then into four. **Fig (3)**. Crease a triangle at the four fold corner. **Fig (4)**. on opening the sheet **Fig (5&6)** you'll see an elegant rhombus in the middle.

If you make several parallel creases in the four fold corner. **Fig (7)** then on opening up you will see a diamond in a diamond in a diamond - a series of nesting diamonds. **Fig (8)**.



ગાંઠ વડે પંચકોણ

કોઈ પટ્ટીને ૨,૪,૮ સરખા ભાગમાં વાળવી એ સહેલું કામ છે. કેમકે દરેક ગડી પટ્ટીને બે ભાગમાં વહેંચે છે. આમ, પટ્ટી વાળવી એ બેકી સંખ્યા મેળવવા જેવું કામ છે. પણ, પટ્ટીના પાંચ સરખા ભાગ પાડવા એ જરા અઘરું કામ છે. તેથી જ, એક કાગળમાંથી પંચકોણ બનાવવો એક પડકાર છે.

આવો, આ પડકાર ઉઠાવીએ. પાંચજામાંનું નાડું કે દોરીને ગાંઠ મારતી વખતે તમે કદી નોંધ્યું કે તે ગાંઠ પંચકોણ હોય છે? કાગળની એક લાંબી પટ્ટી લો. તેના બે છેડા પકડી નાડા કે દોરીને ગાંઠ મારતા હો તેવી રીતે ગાંઠ વાળો (ચિત્ર-૧). કાગળના બંને છેડા હળવે-હળવે ખેંચતા જઈ ગાંઠ પાકી કરતા જાઓ (ચિત્ર-૨). ગાંઠ બંધાઈ જશે તે સાથે તમારો પંચકોણ તૈયાર.

ષટ્કોણ જાળું

હવે, ષટ્કોણ બનાવી જોઈએ. કાગળને તેના બે સરખા ભાગ પડે તેમ વાળો (ચિત્ર-૩). કાગળને ખોલશો નહીં. તેની 90° દર્શાવતી બંધ કિનારને ત્રણ સરખા ભાગમાં વાળો જેથી 60° ના ત્રણ ખૂણા મળે (ચિત્ર-૪). 60° નો ખૂણો બનાવતી વખતે જેમ કાગળની બંને કિનાર સામેની ગડી પર ચપોચપ ગોઠવી હતી તેમ અહીં પણ ગોઠવવી (ચિત્ર-૫). છ ગડીવાળા બંધ ખૂણાને ત્રિકોણ આકારે વાળી ગડી પાડો (ચિત્ર-૬). કાગળને આખો ખોલતાં વચ્ચે એક ષટ્કોણ જોવા મળશે (ચિત્ર-૭). બંધ ખૂણાને ત્રિકોણ આકારે વાળી ચિત્ર-૮ માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સમાંતર રેખાખંડ બનાવતા જઈએ તો કાગળને ખોલતાં જાળા સ્વરૂપે ષટ્કોણની હાર જોવા મળશે (ચિત્ર-૯).

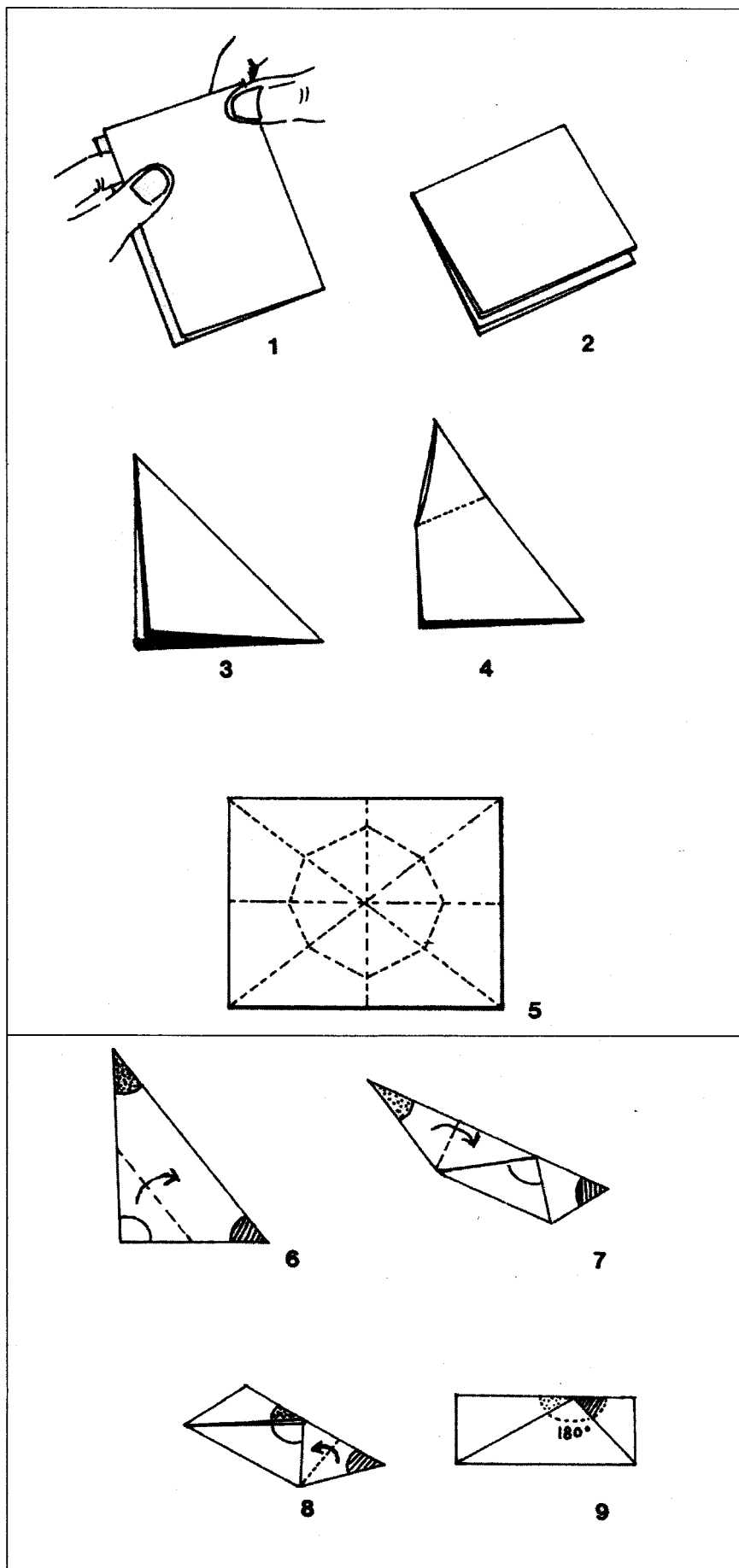
Knotty Pentagon

Folding a strip along its length into 2,4, 8 equal parts is a relatively trivial matter, since paper folding is essentially a binary operation. But folding a paper into 5 equal parts can prove tricky. Folding a regular polygon with odd number of sides can be quite difficult.

How to fold a regular pentagon? We often tie knots in pyjama strings and length of ropes seldom noticing that a tight knot takes the shape of a pentagon. Take a long rectangular strip of paper and tie the two loose ends into an ordinary knot. **Fig (1)**. Gently pull the ends to tighten the knot. **Fig (2)** and you'll be surprised to see a very neat knotty pentagon.

Hex Cob

Now try folding a regular hexagon. First fold a sheet into two. **Fig (3)**. Fold the doubled up straight edge (180 degrees) into three equal parts of 60 degrees each. **Fig (4)**. Ensure that the double edges are flush with the folds to be creased. **Fig (5)**. Fold the 6 layer corner into a triangle. **Fig (6)**. On opening you'll see a regular hexagon in the middle. **Fig (7)**. On folding several parallel creases as in **Fig (8)** and opening up you'll see a set of nesting hexagons resembling a cobweb. **Fig (9)**.



અષ્ટભૂજ

એક કાગળને અડધો વાળી બે ગડી બનાવો. (ચિત્ર-૧) બીજીવાર વાળી ચાર ગડી બનાવો (ચિત્ર-૨) આ ચાર ગડીમાંનો બંધ ખૂણો અડધો થાય તે રીતે ફરીથી ગડી કરો (ચિત્ર-૩). આઠ ત્રિકોણ બનશે. આ ત્રિકોણને એક ખૂણેથી વાળો (ચિત્ર-૪). તમને ખબર પડી જ ગઈ હશે કે કાગળની અંદરની તરફ આકારની છાપ કે સળ મેળવવી હોય તો આપણા ત્રિકોણની કઈ ધાર વાળવી. કાગળ ખોલશો તો તમને અંદરની તરફ અષ્ટભૂજ આકારની છાપ જોવા મળશે (ચિત્ર-૫). તમે જોશો કે 360° નું વર્તુળ અહીં $8 \times 45^\circ$ ના આઠ સરખા ભાગમાં વહેંચાયેલું છે. કાગળ કઈ રીતે વાળશો તો છાપ એ,બી,સી, મળે?

ત્રિકોણના ખૂણા

પરીક્ષા અને સારા પરિણામનાં ચક્કરમાં આપણે જવાબો ગોખી કાઢીએ છીએ. આ જવાબો આપણે કોઈ વ્યવહારુ અનુભવ કે મોડેલ સાથે જોડીને ચકાસતા કે સમજતા નથી. આથી, તે જવાબો-વિગતો આપણે ભૂલી જઈએ છીએ. અહીં આપેલી પ્રવૃત્તિ વડે આપણે કોઈપણ ત્રિકોણના ત્રણેય ખૂણાના માપનો સરવાળો 180° થાય છે તે જોઈ શકીશું.

કાગળનો એક ત્રિકોણ લો (ચિત્ર-૬). ચિત્ર ૬,૭,૮ માં બતાવ્યા પ્રમાણે આ ત્રિકોણને વાળીએ તો એક ચતુષ્કોણ મળે. ત્રિકોણના ત્રણેય ખૂણા જે ધાર પર ગોઠવાયેલા છે તે ધાર કિનાર 180° નો રેખાખંડ છે (ચિત્ર-૯). ટૂંકમાં, ત્રણેય ખૂણા સાથે ગોઠવતાં 180° નો ખૂણો મળે છે. જે અર્ધવર્તુળનું પણ માપ છે.

જો સાથે ગોઠવતા 180° નો ખુણો ન મળે તો ત્રિકોણમાં ભૂલ હોઈ શકે. આ રીતે ત્રિકોણની ખરાઈ પણ કરી શકાય.

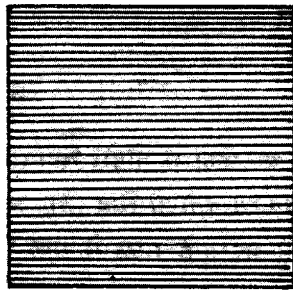
Folding an Octagon

Fold a sheet first into two, **Fig (1)** and then into four **Fig (2)**. Crease the four fold corner again into a triangle to make 8 folds **Fig (3)**. Crease the 8 fold corner sharply **Fig (4)**. On opening you'll find a regular octagon in the center **Fig (5)**. You'll also see that the central angle of 360 degrees is divided into eight segments of 45 degrees each. You can also try folding nesting octagons.

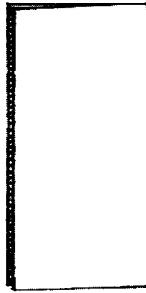
Angles of a Triangle

We often mug up geometric proofs to pass exams. Seldom do we relate them to any concrete activity or model. However, this simple exercise in paper folding will easily show you that the sum of the interior angles of a triangle is 180 degrees.

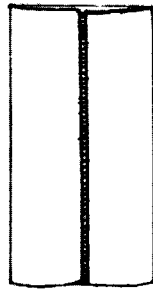
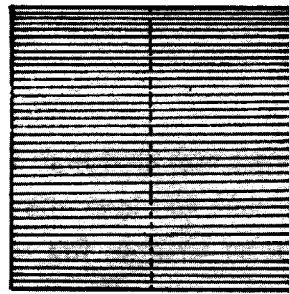
Cut a triangle out of a piece of paper. **Fig (6)**. If you fold over the corners as shown in **Fig (7,8,9)** then you can easily make the 3 angles fit together to form a 180 degree angle. When the angles are placed together they make a straight line. **Fig (9)**. This means they total 180 degrees. The sector forms a semi-circle.



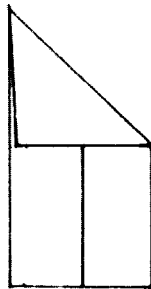
1



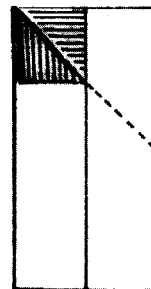
2



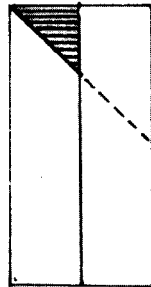
3



4



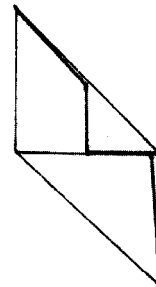
5



6



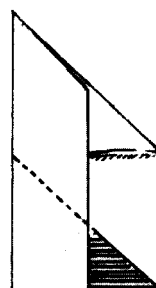
7



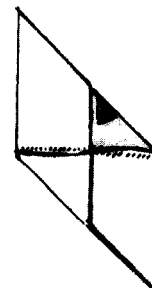
8



9



10



11

સમાંતર બાજુ ચતુષ્કોણ

એક ચોરસ કાગળ લો (ચિત્ર-૧). તેને વચ્ચેથી વાળીને ખોલી લો (ચિત્ર-૨). કાગળના બંને છેડાને મધ્યરેખા સુધી વાળો. આમ કરતાં એક ઊભો લંબચોરસ બનશે (ચિત્ર-૩). ઉપરનો ખૂણો અડધો થાય તે રીતે કાગળને જમણી ધારેથી પકડીને વાળો (ચિત્ર-૪). આ ત્રિકોણને ખોલશો તો ડાબી તરફ એક નાનો ત્રિકોણ જોવા મળશે (ચિત્ર-૫). આ ત્રિકોણને અંદરની તરફ વાળી લો (ચિત્ર-૬). હવે જમણા ખૂણાને નાના ખૂણાની સાથે ડાબા પડની અંદર વાળી દો (ચિત્ર-૭).

આ જ રીતે નીચેના ભાગના ડાબા ખૂણા માટે કરો. પહેલાં તેને જમણો ખૂણો અડધો થાય તે રીતે વાળો (ચિત્ર-૮). ત્રિકોણને ખોલી લો (ચિત્ર-૯). નાના ત્રિકોણને અંદરની તરફ વાળો (ચિત્ર-૧૦). ડાબા ખૂણાને નાના ખૂણાની સાથે જમણા પડની અંદર વાળો (ચિત્ર-૧૧).

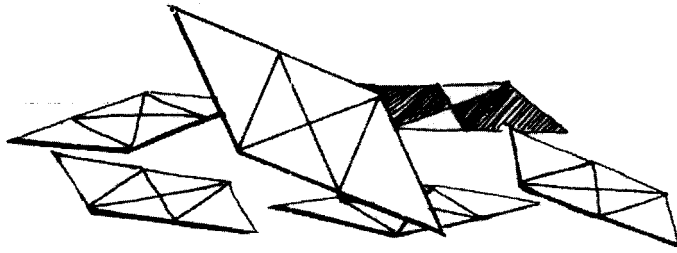
આ બંન્નો સમાંતરબાજુ ચતુષ્કોણ. તેના સામસામેના ખૂણા અને સામસામેની બાજુઓ સરખી છે. આ ચતુષ્કોણની એકબાજુ સપાટ છે જ્યારે બીજી બાજુએ ચાર ખીસા છે. વળી તે ખુલી જશે નહીં કેમકે તેમાં એક તાળું લાગેલું છે.

Self locking Parallelogram

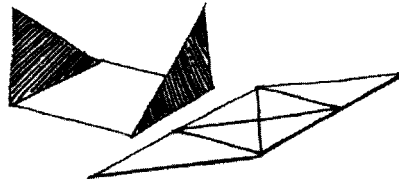
Take a square piece of paper. **Fig (1)** and fold a crease in the middle and open it. **Fig (2)**. Now fold the two edges of the square inwards to touch the middle crease to make a vertical rectangle. **Fig (3)**. Fold the top right angle corner into half. **Fig (4)**. Crease and open up. On opening you'll find a small triangular flap. **Fig (5)**. Fold it inwards. **Fig (6)**. Now insert the right hand corner between the folds of the left vertical rectangle. **Fig (7)**.

Repeat the same process for the lower left corner of the rectangle. First fold it into half. **Fig (8)**. Open the crease. **Fig (9)**. Fold the small triangular flap inwards. **Fig (10)**. Insert the lower left corner between the folds of the right vertical rectangle. **Fig (11)**.

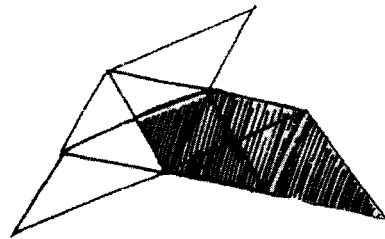
The final folded shape becomes a self-locking parallelogram. Its opposite sides and opposite angles are equal. One surface of this parallelogram is plain and smooth while the other surface has got 4 pockets.



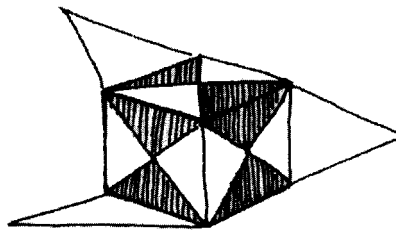
1



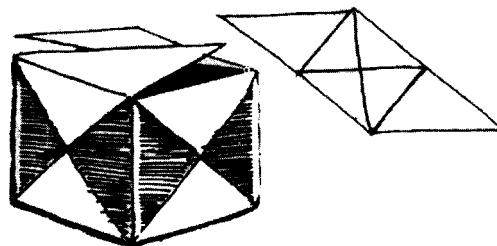
2



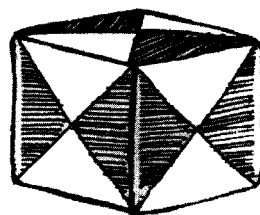
3



4



5



6

બંધ સમઘન

આગળ શીખ્યા તે પ્રમાણે એક સરખા માપના ૬ (કેમ૬? સોચો, સોચો!) સમાંતર બાજુ ચતુષ્કોણ બનાવી લો. આ રીતે બનાવેલા ચતુષ્કોણ ડાબી બાજુ કે જમણી બાજુના હોઈ શકે છે. આપણા બંધ સમઘન માટે બધા ચતુષ્કોણ ડાબી અથવા જમણી એમ કોઈ એક જ બાજુના હોય તે જરૂરી છે (ચિત્ર-૧).

તમારા ચતુષ્કોણને ધ્યાનથી જુઓ. તેના બંને છેડે એક-એક ત્રિકોણ છે. તે બંને ત્રિકોણ સપાટ બાજુ તરફ વાળી લો. ખીસાવાળો ભાગ ચોરસ બની જશે (ચિત્ર-૨). છ ચતુષ્કોણના કુલ ૧૨ ત્રિકોણ અને ૨૪ ખિસ્સા મળશે. આપણે ચતુષ્કોણના ખિસ્સામાં ત્રિકોણ ભરાવીને બંધ સમઘન બનાવીશું.

બે ચતુષ્કોણ લો. એકના ત્રિકોણને બીજાના ખિસ્સામાં ભરાવો (ચિત્ર-૩). ત્રીજા ચતુષ્કોણના બંને ત્રિકોણને બીજાના ખિસ્સામાં ભરાવો. આમ કરવાથી સમઘનનો એક ખૂણો બનશે (ચિત્ર-૪). આ રીતે ચોથો-પાંચમો ચતુષ્કોણ જોડો. ધ્યાન રાખો કે દરેક ત્રિકોણ બીજા ચતુષ્કોણના ચોરસ ભાગના કોઈને કોઈ ખિસ્સામાં ભરાય. બાકી વધેલા સામસામેના બે ત્રિકોણ છઠ્ઠા ચતુષ્કોણના ખિસ્સામાં ભરાવી દો. કોઈપણ ત્રિકોણ ખિસ્સામાં ભરાયા વગરનો ન રહે તે ધ્યાન રાખો. આ બંધ સમઘન બનાવવા કોઈ ગુંદરની જરૂર નથી. ઘટેલા રંગીન કાગળ વડે રંગબેરંગી સમઘન બનાવી શકાય છે (ચિત્ર-૬). આ સમઘન પાસા તરીકે પણ વાપરી શકાય. અવનવી રંગીન ભાત બને તેવા સમઘન પણ બનાવી શકાય.

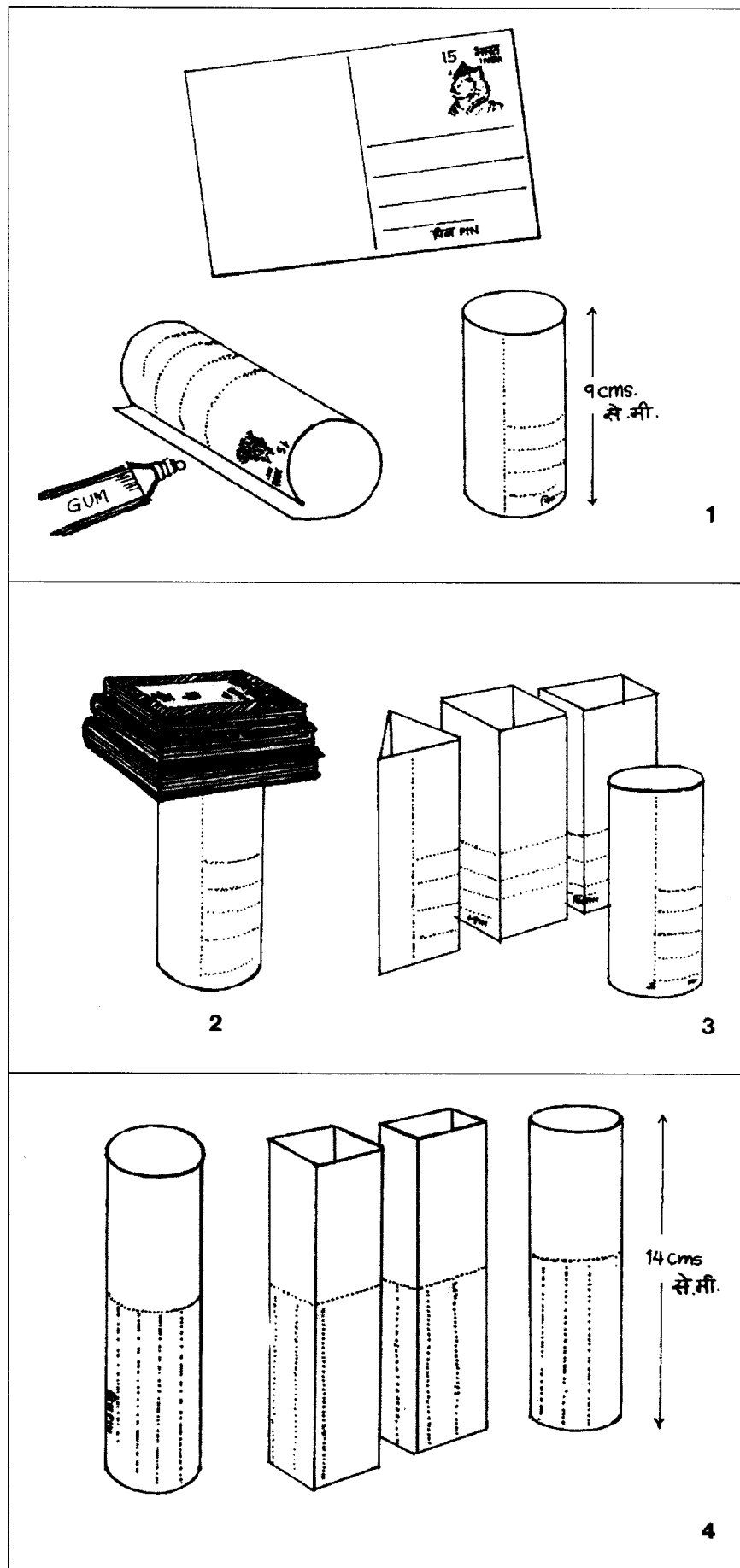
Self locking Cube

Fold six self locking parallelograms of the same size using the procedure described on the previous page. As parallelograms can have left or right orientations, ensure that all the 6 parallelograms have the same orientation.

Fig(1).

Each parallelogram can be viewed as having a square in the middle and two triangular flaps on the ends. Fold the triangular flaps of all the parallelograms towards the plain side, such that the pocket face is an exact square. **Fig (2).** Now all these 6 folded parallelograms - with square facets and triangular flaps will be assembled into a regular cube. There will totally be 24 pockets and 12 flaps.

Start with two parallelograms. Insert one flap of the first into a pocket of the second. **Fig (3).** Take the third parallelogram and insert both its flaps -one in each of the previous parallelogram pockets. Thus one corner of the cube will be assembled. **Fig (4).** Continue assembling taking care that all the flaps will come over the square facets and get inserted in the pockets. **Fig (5).** No flap will be inside the cube. No glue is required. Colored cubes can be made using different colors of glazed paper. **Fig (6).** Small and stiff cubes make beautiful dices.



પોસ્ટકાર્ડના થાંભલા

દરેક વસ્તુને ચોક્કસ બંધારણ-ઘાટ હોય છે. આપણું શરીર, મકાન, પુલ, જાનવર, વૃક્ષ દરેક કોઈને કોઈ માળખાને આધારે ટકેલા હોય છે. આ માળખું તેમનો ભાર ઝીલે છે. જુના પોસ્ટકાર્ડની મદદથી આપણે આવા કેટલાક માળખા બનાવીશું અને દરેક માળખાના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરીશું.

પોસ્ટકાર્ડ ૧૪ સે.મી. લાંબા અને ૯ સે.મી. પહોળા હોય છે. એક પોસ્ટકાર્ડને વાળીને, ગુંદર વડે ચોટાડીને ૯ સે.મી. ઊંચો થાંભલો બનાવો (ચિત્ર-૧). બોલો તો, આ થાંભલો કેટલું વજન ઝીલશે? આવો તપાસીએ.

આ થાંભલા પર એક પછી એક પુસ્તક કાળજીથી મૂકતા જાવ. પુસ્તક વચ્ચેવચ્ચે ગોઠવજો નહીં તો થાંભલો સંતુલન ગુમાવશે અને પડશે. ૯ સે.મી. ઊંચો આ થાંભલો લગભગ ૪ કિલોગ્રામ વજન ઝીલી શકે છે (ચિત્ર-૨). નવાઈ લાગીને! હવે, બીજા પોસ્ટકાર્ડની મદદથી ૯ સે.મી. ઊંચાઈના કોણીય થાંભલા બનાવો. ત્રિકોણ, ચોરસ, લંબચોરસ થાંભલા. એક લંબગોળ થાંભલો પણ બનાવો.

આ દરેક થાંભલા પર પુસ્તકો મુકતા જાઓ. ચકાસો કે કયા પ્રકારનો થાંભલો સૌથી વધારે વજન ઝીલે છે? કેમ? આપણા વ્યવહારુ જીવનમાં કયા પ્રકારના થાંભલા વધારે ઉપયોગમાં લેવાયા છે?

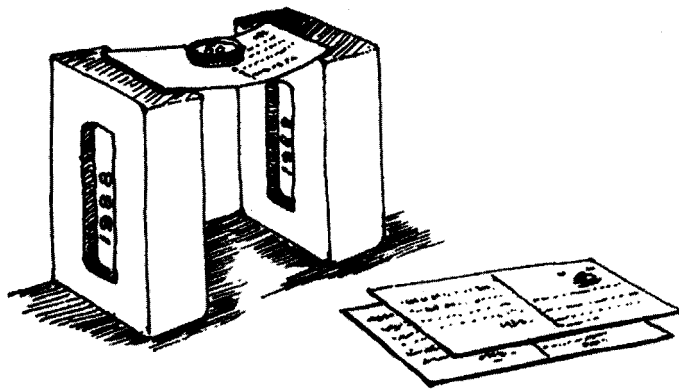
બીજા પોસ્ટકાર્ડ લઈ ૧૪ સે.મી. ઊંચાઈ વાળા જુદા-જુદા આકારના થાંભલા બનાવો. કયા આકારવાળો થાંભલો સૌથી વધારે મજબૂત છે? (ચિત્ર-૪). એક સરખા આકારના બે થાંભલા બનાવો પણ તેમાં એક ઊંચો અને બીજો પ્રમાણમાં નીચો રાખો. આ બે થાંભલામાંથી કયો થાંભલો વધારે ભાર ઝીલી શકશે? ભાર ઝીલવાને થાંભલાની ઊંચાઈ સાથે શો સંબંધ છે?

Postcard Columns

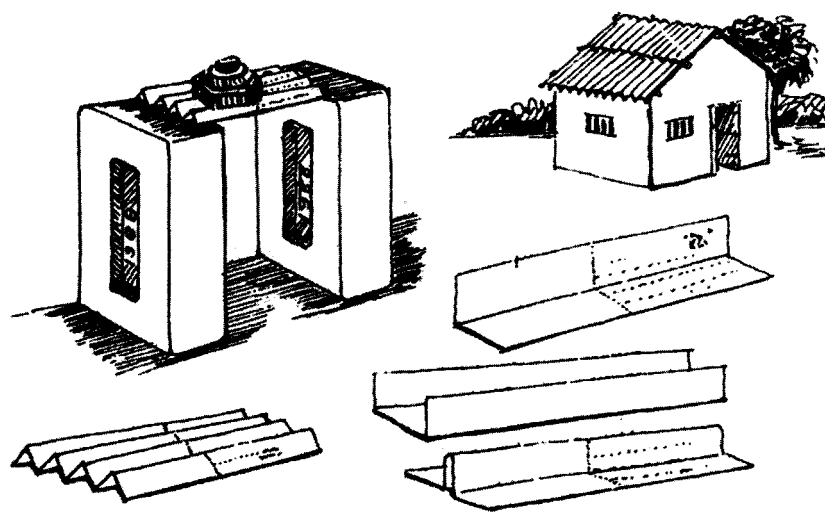
Everything has a structure. The human body, buildings, bridges, animals all have a skeletal frame which bears the load. Using old postcards we'll explore a few structures.

All postcards measure 14 cms. x 9 cms. Fold and glue a postcard into a 9 cms. tall cylinder. **Fig (1)**. It doesn't look very strong. How much load can it support? Make a guess. Now slowly pile books on this column until it collapses. Place the books in the center so that they don't tip off. **Fig (2)**. The 9 cms. tall postcard cylinder is able to support nearly 4 kgs. of load. Are you surprised? Try folding 9 cms. tall columns of different cross sections - triangular, rectangular, square, oval. Which cross section can sustain the most load? Why? Columns of which cross section do you most frequently encounter in daily life?

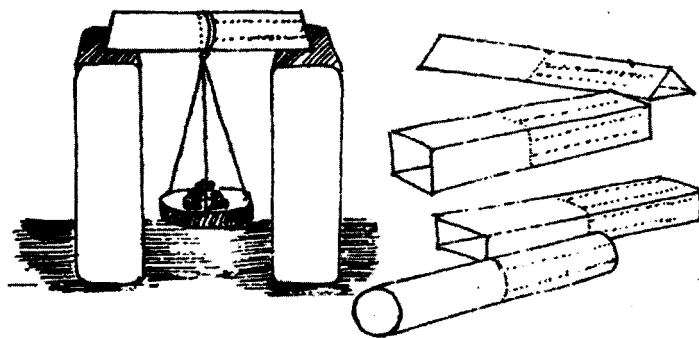
Fold postcards in various cross sections to make 14 cms. high columns. Which cross section is the most efficient? **Fig (4)**. Make two columns of the same cross sectional area, but one tall and the other short. Which supports more load? For the same cross section of column, how does load bearing depend upon height?



5



6



7

પોસ્ટકાર્ડમાંથી બીજા માળખા

બે ઇંટને ૧૨ સે.મી.ના અંતરે ઊભી ગોઠવો. ઇંટ પર પોસ્ટકાર્ડને એવી રીતે ગોઠવો જેથી બંને ઇંટ પર પોસ્ટકાર્ડનો એક-એક ઇંચ ભાગ આવે. હવે, પચાસ પૈસાના સિક્કાને (દરેકનું વજન ૫.૦ ગ્રામ) કાળજી પૂર્વક પોસ્ટકાર્ડની વચ્ચેવચ્ચ મૂકો (ચિત્ર-૫). પોસ્ટકાર્ડ થોડું નમશે. લગભગ ૪૦ ગ્રામ વજન થાય ત્યારે પોસ્ટકાર્ડ પડી જશે.

પોસ્ટકાર્ડને લંબાઈએથી બરાબર વચ્ચેથી વાળીને કાટખૂણો બનાવો. આ કાટકોણિય પોસ્ટકાર્ડને ઇંટો પર ગોઠવો. આ માળખું કેટલું વજન ઝીલશે? પોસ્ટકાર્ડમાં એક ખૂણો ઉમેરવાથી આખા માળખામાં મજબૂતી ઉમેરાઈ કે નહીં? એક પોસ્ટકાર્ડને U આકારમાં અને બીજા પોસ્ટકાર્ડને T આકારમાં વાળી લો. તેમને પણ ઇંટો પર મોભની જેમ ગોઠવી તે આકારોની વજન ઝીલવાની શક્તિ શોધો. હવે એક પોસ્ટકાર્ડની પટ્ટીઓ વાળી તેને કરચલીવાળી (પતરા-પ્લાસ્ટિકની) ચાદર જેવું બનાવી ઇંટો પર ગોઠવો. આ માળખું કેટલું વજન ઝીલશે? તમને નવાઈ લાગશે કે તે લગભગ એક કિલોગ્રામ વજન ઝીલી શકશે (ચિત્ર-૬). ટુંકમાં, માત્ર સામગ્રી જ નહીં પણ માળખાનો આકાર પણ આખા માળખાને તાકાત અને મજબૂતાઈ આપે છે. હવે તો તમે સમજી જ ગયા હશે કે આપણે ત્યાં મકાનોની છત પર કરચલીવાળાં પતરાં કે નળિયાં કેમવપરાય છે.

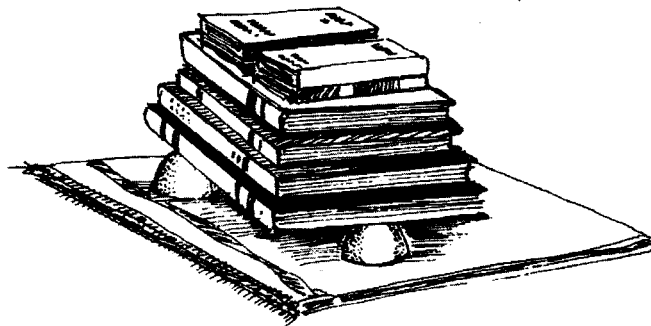
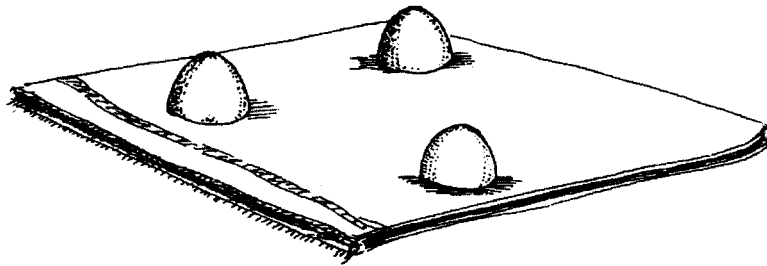
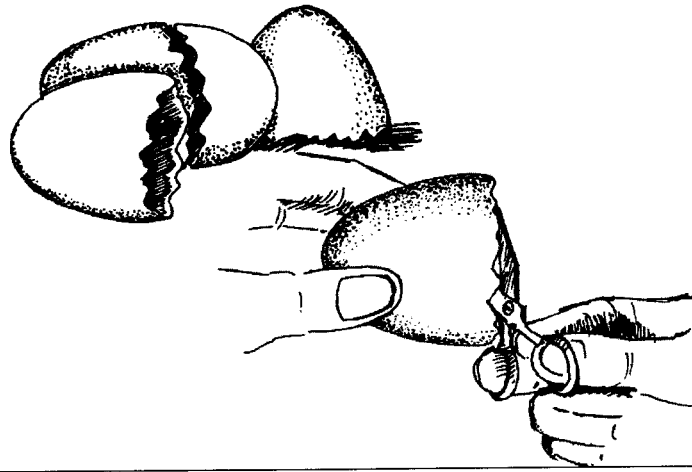
અગાઉ બનાવેલા ૧૪ સે.મી.ના થાંભલાઓને મોભની જેમ બે ઇંટો વચ્ચે મૂકો. બુટ પાલિશની ડબ્બીના ઢાંકણને ત્રાજવાનું પલડું બનાવો તે મોભની વચ્ચે લટકાવો (ચિત્ર-૭). કયા આકારનો પોલો મોભ (બીમ) સૌથી વધારે વજન ઝીલશે?

Postcard Structures

Stand two bricks 12 cms. apart. Place a postcard on top of the bricks such that 1 cm. length of the postcard sits on either brick. Now place 50 paise coins (5 gms. each) in the middle of the postcard. **Fig (5)**. The postcard sags a little bit. With every additional coin the card sags some more. When the load is around 40 gms. the postcard caves in and falls down.

Crease the postcard in the middle along the length to make a right angle section. Place it similarly on the bricks and see the load it can support. Can a crease help in strengthening a structure? Test a U shaped channel section and a T beam. Do different sections support different loads? Fold four pleats in a postcard and place this corrugated postcard on the bricks. How much load can it support? Are you surprised that it can now support almost a kilogram. **Fig (6)**. So, its not just the material but the shape in which it has been arranged which gives the structure its strength and rigidity. Corrugated tin roof sheets are a familiar example of increased strength.

Place the 14 cms. long postcard columns as beams between the two bricks. Suspend an empty shoe tin pan and place weights on it. **Fig (7)**. Which cross section of beam supports the maximum load?



કાકું કાયલું

ઇંડાનું બહારનું પડ કાયલું ખૂબ પાતલું હોય છે. આપણને એમલાણે કે તેને અડતાં જ તે તૂટી જશે. હકીકતમાં, આપણે ધારીએ છીએ તેના કરતાં તે ઘણું મજબૂત હોય છે. અંદરના ગર્ભને રક્ષણ મળી રહે તે માટે કુદરતે તેને ખૂબ મજબૂત બનાવ્યું છે. ઇંડાનું આ કાયલું કેટલું કાકું છે તે ચકાસવા ચાલો, તેની ત્રિપાઈ બનાવી જોઈએ.

એક ધારદાર કાતર વડે ઇંડાના કાયલાને વાકું-ચૂંકુ કાતરી લો. આ રીતે કાયલાની કિનાર ગોળાકાર બનાવી લો. આ કિનારને સિમેન્ટની કરકરી સપાટી પર હળવથી ઘસો અને કિનાર સરખી કરી લો. એક રૂમાલને વાળી લો. તેના પર ત્રણ એક સરખા કાયલાં ત્રિકોણ બને તે રીતે મૂકો. કહો તો, આ ત્રિપાઈ કેટલો ભાર વેઠશે? આ ત્રિપાઈ ઉપર એક પછી એક ચોપડી મૂકતા જાઓ. જ્યાં સુધી ઇંડાના કાયલાં તૂટી ન જાય ત્યાં સુધી ચોપડીઓ મૂકો. ત્રિપાઈએ કેટલો ભાર ઝીલ્યો? તમારું અનુમાન કેટલું સાચું રહ્યું?

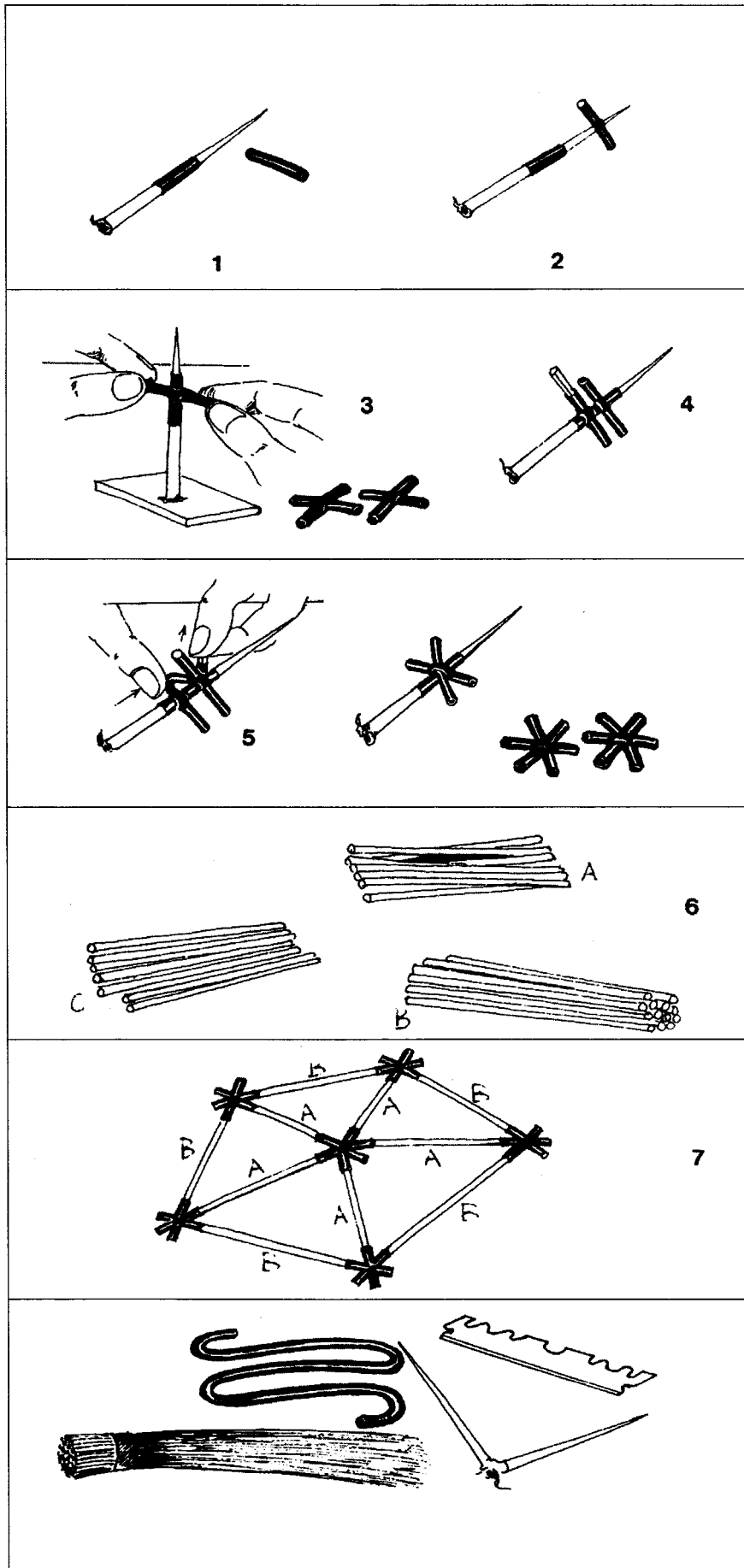
પ્રાકૃતિક રચનાઓ મજબૂત તો હોય જ છે; ઉપરાંત તેમાં ચીજવસ્તુઓનો વપરાશ ખપ પૂરતો જ હોય છે. કુદરતની રચનાઓનો અભ્યાસ કરી આપણે માનવોએ પણ ઓછા વપરાશ મજબૂત અને સુંદર રચનાઓ બનાવી છે.

Eggshell Tripod

Eggs have such thin shells that they almost appear flimsy. Yet, nature designed the eggshell as a strong vault to protect the live embryo inside. Shell structures are usually very strong and you can test this using three broken egg shells.

Using a scissors nip the egg shells bit by bit to even out the zig-zags, and to get a circular rim. Carefully rub the circular rim on a cement floor to even out the remaining zig-zags. Place three such eggshells on a doubled up towel, which will act as a cushion. Now make a guess estimate of the weight which this egg tripod will be able to withstand. Keep placing books on the tripod until the eggshells crush under their load. How close was your guess?

Nature is very economical in its use of material. Human beings have learnt a great deal about structures from nature's optimal designs.



ત્રિકોણ વડે ગુંબજ

‘જિયોડેસિક ડોમ’ તરીકે જાણીતો ગુંબજ આખેઆખો ત્રિકોણો વડે બનેલો હોય છે. ત્રિકોણ સૌથી મજબૂત આકાર છે. તેથી આ ગુંબજનું માળખું ખૂબ મજબૂત હોય છે. સાઈકલના વાલ્વની ટ્યુબ અને બાવળનાં કાંટા વડે ૪,૫ અને ૬ બાજુઓવાળા સાંધા બનાવી શકાય છે. આ સાંધાને ઝાડુની સળીઓ વડે જોડીને આપણે જિયોડેસિક ડોમનો સંદર નમૂનો બનાવી શકીએ.

સાયકલની વાલ્વની ટ્યુબના ૨ સે.મી. માપના ટુકડા કાપી લો. એક ટુકડાને બાવળના કાંટા ઉપર પહેરાવી દો (ચિત્ર-૧). ટ્યુબના બીજા ટુકડાને તે કાંટા પર આડો ભરાવો (ચિત્ર-૨). આડા ભરાવેલા ટુકડાના બે છેડા પકડીને એવી રીતે ખેંચો કે તે પહેલા ટુકડા ઉપર ચઢી જાય (ચિત્ર-૩). આ બન્નો ૪નો સાંધો, તેને કાંટા પરથી ઉતારી લો. આવા ૧૫ સાંધા બનાવો.

૬નો સાંધો બનાવવા પહેલાં ચારનો સાંધો લો. તેને કાંટા પરથી ઉતારવો નહીં, વાલ્વના ત્રીજા ટુકડાને પહેલા ટુકડા ઉપર ચઢાવો. ત્રણ ટ્યુબ મળીને H આકાર બનશે. બીજી ટ્યુબના એક છેડે એક સળી ભરાવો (ચિત્ર-૪). આ સળીના બીજા છેડાને ત્રીજી ટ્યુબની વચ્ચેથી પસાર કરો (ચિત્ર-૫). આમ કરવાથી બીજી ટ્યુબનો એક છેડો ત્રીજી ટ્યુબની વચ્ચેથી બહાર આવશે. આ રીતે બનેલા ૬ના સાંધાને કાંટા પરથી ઉતારી લો. આવી ૩૧ જોડ બનાવો. તેમાંથી ૬ જોડનો ઉપયોગ આપણે ૫ ના સાંધા તરીકે કરીશું. ૬ના સાંધાની એક બાજુનો ઉપયોગ ન કરીએ એટલે એ થયો ૫ નો સાંધો.

અનુસંધાન.....

Geodesic Dome

A geodesic dome looks like a triangulated igloo. And triangles being the most stable polygons, the geodesic dome is one of the strongest structures. A geodesic model can be easily made using cycle valve tube joints of 4, 5 and 6, and three different sizes of broomsticks.

Take two bits of cycle valve tube 2 cms. long. Weave a Babool (Acacia arabica) thorn through the hole of one valve tube. Fig (1). Poke the thorn through the middle of the second valve tube. Fig (2). Stretch it and slip it over the first valve tube. Fig (3). This is the joint of four. You'll need 15 such joints.

To make a joint of six, slip a third valve tube on the first valve tube to make an H shape. Fig (4). Insert a broken matchstick in any of the free legs of the second valve tube. Weave this matchstick through the center of the third valve tube. Fig (5). Remove the joint - of - six from the thorn. You'll require- 25 joints - of - six.

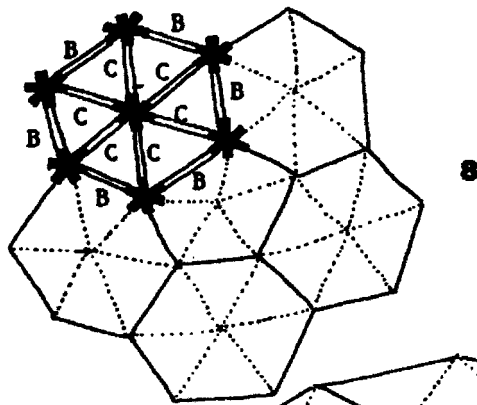
You'll also require 6 joints - of - five. For this make joints - of - six, and use only five legs. You'll need three different sizes of struts. Cut them out of the coconut frond broomsticks.

Strut A = 6.2 cms., 30 numbers

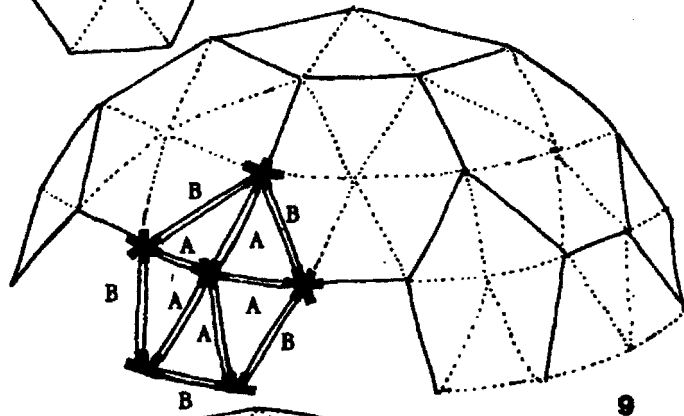
strut B = 7.5 cms., 40 numbers

Strut C = 7.23 cms., 50 numbers

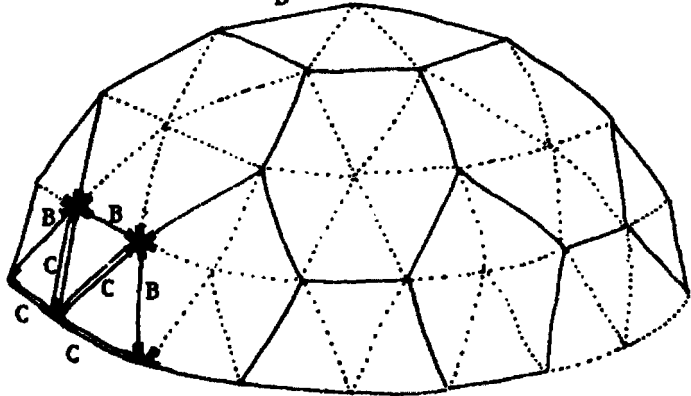
(Contd. on next page)



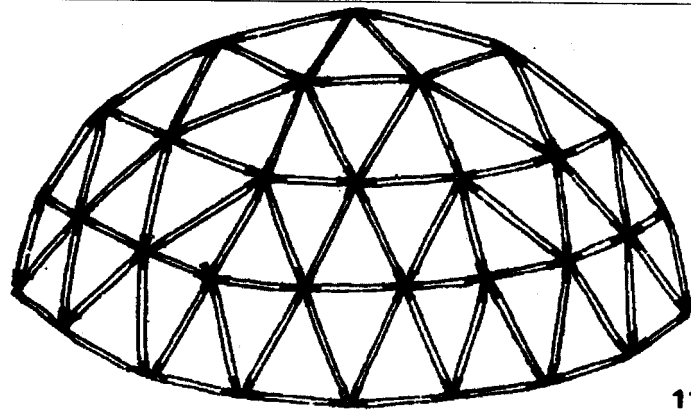
8



9



10



11

ગુંબજ બનાવવા ત્રણ જુદા જુદા માપના ટેકા જોઈશે.

		માપ	સંખ્યા
ટેકો	A	૬.૨ સે.મી.	૩૦
ટેકો	B	૭.૫ સે.મી.	૪૦
ટેકો	C	૭.૨ સે.મી.	૫૦

આ માપના ટેકા વડે જે ગુંબજ બનશે તેનો વ્યાસ લગભગ ૩૦ સે.મી. હશે. ત્રણેય ટેકા પરસ્પર A: B: C; ૩૫:૪૧:૪૦ ના પ્રમાણમાં છે (ચિત્ર-૬). ટેકાના માપનું આ પ્રમાણ જાળવીને નાના કે મોટા ગુંબજ બનાવી શકાય છે.

જિયોડેસિક રચનાનો એક આદર્શ નમુનો ફુટબોલ છે. ફુટબોલ પંચકોણ અને ષટ્કોણનો બનેલો હોય છે. ફુટબોલના પંચકોણો અને ષટ્કોણને એક સ્કેચપેનની મદદથી ત્રિકોણોમાં વહેંચો.

ગુંબજની શરૂઆત પંચકોણ ટોપીથી કરો (ચિત્ર-૭). આ પંચકોણની પાંચેય બાજુઓ પર એક-એક ષટ્કોણ બનાવો (ચિત્ર-૮). એક ગોળ ઘેરાવો પૂરો થાય તે પછી જ બીજો ઘેરાવો શરૂ કરો. ષટ્કોણ વચ્ચે હવે પાંચ પંચકોણ બનાવો (ચિત્ર-૯). છેલ્લે, આધાર બનાવા અડધા ષટ્કોણ બનાવો (ચિત્ર-૧૦). આ રીતે ગુંબજ બની જશે (ચિત્ર-૧૧).

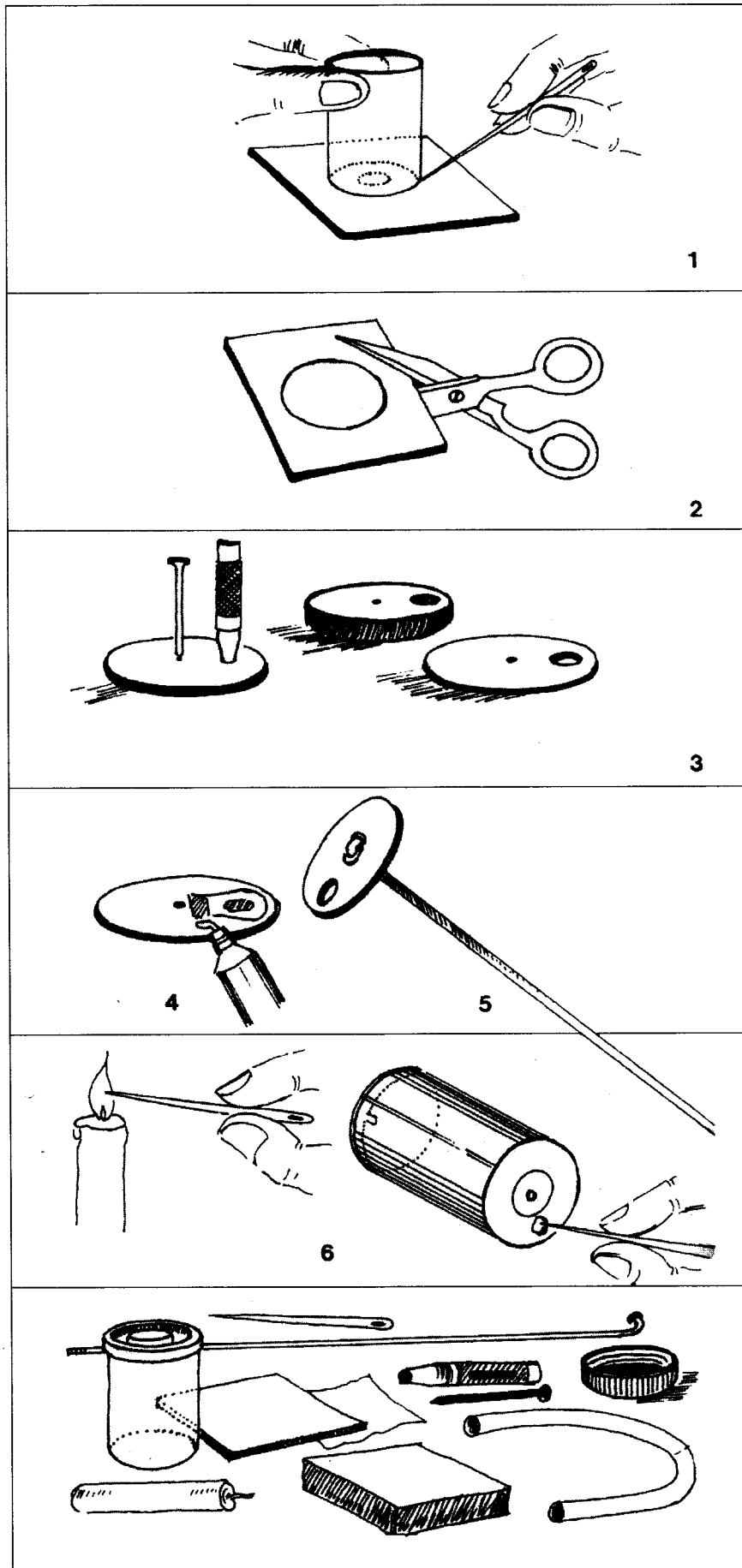
બકમિન્સ્ટર ફુલર નામના મહાન અમેરિકી શોધકે જિયોડેસિક ગુંબજ બનાવ્યા અને આ રચનાને પ્રસિધ્ધિ અપાવી. ઈલેક્ટ્રોન માઈક્રોસ્કોપ શોધાયા પછી વૈજ્ઞાનિકોએ જોયું કે પ્રોટીનના વાઈરસનું માળખું જિયોડેસિક ડોમ જેવું છે.

Geodesic Domes continued)

Using these sizes of struts the approximate diameter of the dome will be 30 cms. The relative proportions of the three struts A:B:C is 35:41:40. **Fig (6)**. Using these proportions for strut sizes you can build a smaller or a bigger dome.

A football is a good model for a geodesic. You can see a football is made up of pentagons and hexagons. Divide these pentagons and hexagons into triangles with a sketch pen to simulate a geodesic. Start by assembling the top pentagonal facet. **Fig (7)**. Build five hexagons on the five sides of the top pentagon. **Fig (8)**. Complete a circle before beginning the next. Assemble five pentagons into the corners. **Fig (9)**. Finally assemble the bottom half hexagons. **Fig (10)**. **Fig (11)** shows the final assembly of the geodesic dome.

The great American designer Buckminster Fuller is credited for designing and popularizing the geodesic dome. Since then it has been put to lots of different uses. With the invention of the electron microscope scientists discovered that the structure of the protein virus was a geodesic.



આ પંપમાં પણ એક સિલિન્ડર, એક પિસ્ટન અને બે વાલ્વ છે. તેમા પિસ્ટનને ઉપર ખેંચતા જ પાણીની જોરદાર ધાર નીકળશે.

પિસ્ટન: ૩ થી ૫ મી.મી. જાડાઈના ચપ્પલના રબર સોલ વડે પિસ્ટન બનાવી શકાય. જે ડબ્બીનું સિલિન્ડર બનાવવાનું હોય તે ડબ્બી રબરના સોલ પર મૂકી ગોળાકાર નિશાની કરી લો (ચિત્ર-૧). અહીં ફિલ્મના રોલની ડબ્બી લીધી છે. ચિત્ર-૨ માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે રબરના સોલ પર નિશાની કરેલ ગોળાકારને કાતર વડે કાપી લો. આ ગોળાકાર સોલને કરકરા સિમેન્ટ પર હળવેથી ધસો. સોલનો આ ગોળાકાર સિલિન્ડરની ડબ્બીમાં બંધ બેસવો જોઈએ. આ પિસ્ટનના કેન્દ્રમાં ખીલી વડે કાણું પાડો. તેમાં સાયકલનો સ્પોક ભરાવવાનો છે. પિસ્ટનની કિનારેથી ૪ મી.મી. છેટે બીજું કાણું પાડો. કાણું ૫ મી.મી. વ્યાસનું બનાવો (ચિત્ર-૩). આ મોટા કાણાંની એક બાજુએ પ્લાસ્ટિકની કોથળીનો નાનો ટુકડો પંચર સોલ્યુશન વડે ચોંટાડો. પ્લાસ્ટિકનો ટુકડો કાણાંને ખોલ બંધ કરશે. આ બન્યો રિલીવરી વાલ્વ (ચિત્ર-૪). પિસ્ટનની વચ્ચે ભરાવેલા સાયકલના સ્પોક વડે પિસ્ટનને ઉપર-નીચે કરી શકાશે.

સિલિન્ડર: ફિલ્મના રોલની ડબ્બી જેવી નળાકાર ડબ્બી વડે સિલિન્ડર બનાવી શકાય. ડબ્બીના તળિયાના કેન્દ્રમાં સાયકલનો સ્પોક અવર જવર કરી શકે તેવું કાણું પાડો. સોયને ગરમકરીને તેના વડે આ કાણું પાડી શકાય. પિસ્ટનની જેમજ અહીં ધારે પણ તળિયાની બહારની બાજુ ૫ મી.મી. કાણું પાડો. આ કાણું પાણી બહાર કાઢવા માટેનું છે (ચિત્ર-૬). રબરના ૫ મી.મી. જાડા સોલમાંથી ડબ્બીના તળિયાના માપની ચકતી કાપી લો. તેમાં પણ તળિયાને અનુરૂપ સાયકલના સ્પોક માટે તેમજ પાણી નીકળવા માટેનું કાણું પાડી લો.

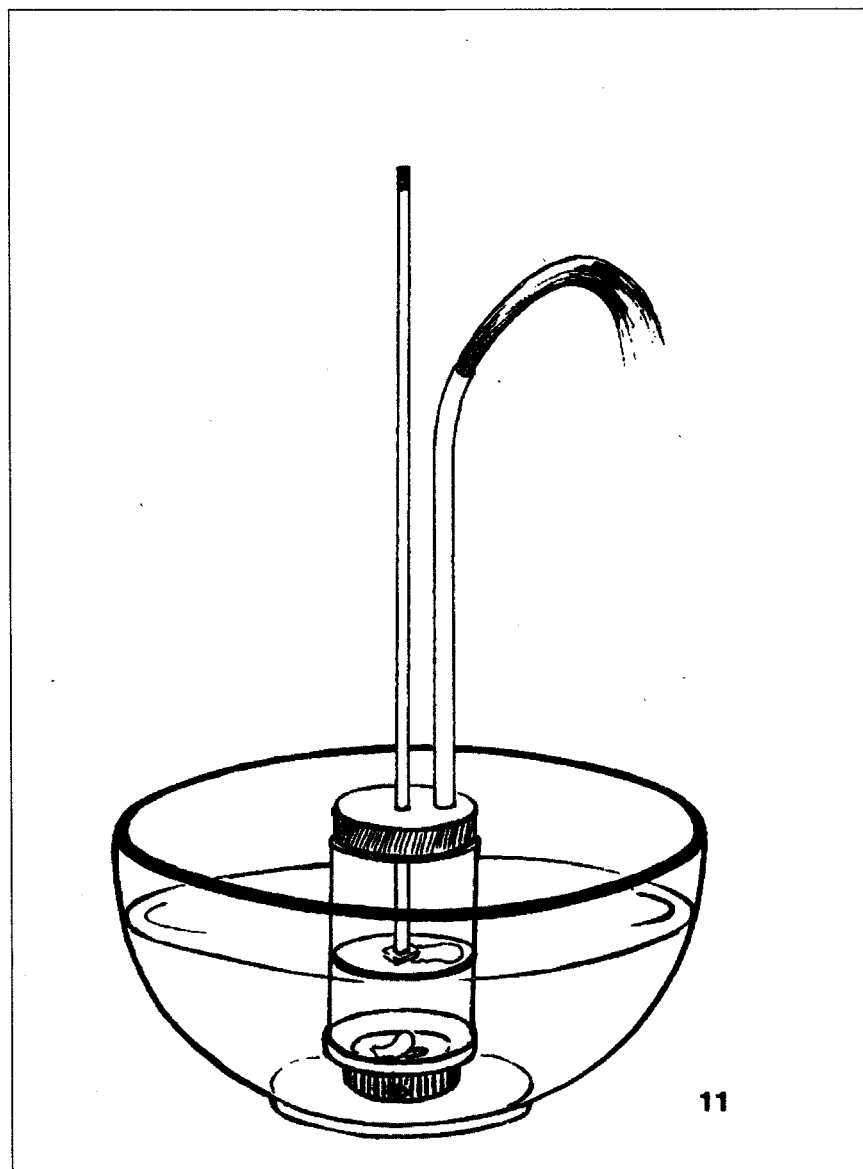
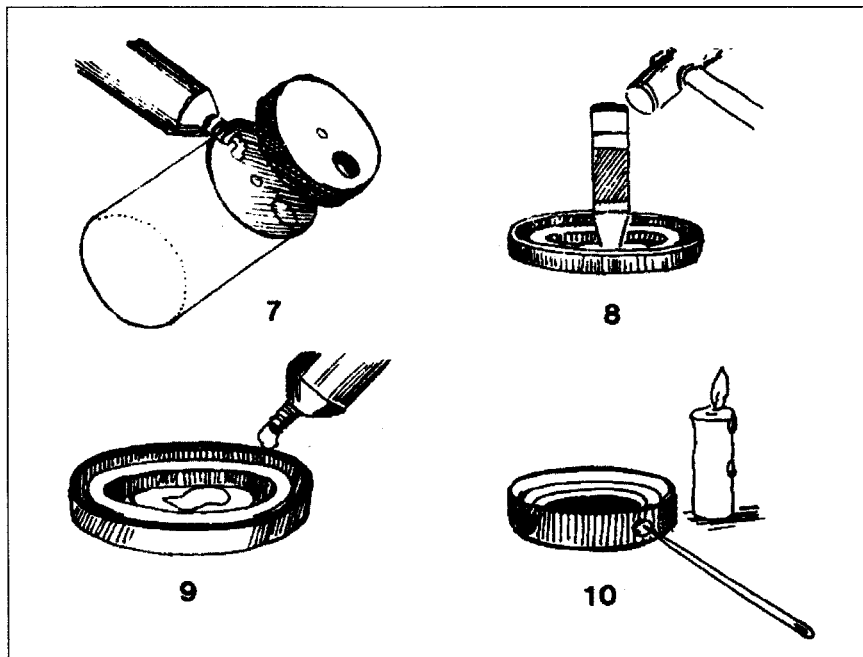
અનુસંધાન.....

Pump from the dump

This pump too consists of a piston, cylinder and two valves all salvaged from odds and bits. With each reciprocation of the piston water will leap out in large gushes and delight you no end. THE PISTON is made out of 3 to 5 mm. thick rubber chappal sole. Place a film roll bottle on this rubber and mark out the circle of the piston. Fig (1). Cut it with a scissors. Fig (2) and then sandpaper its rim on a cement floor until it goes snugly into the film roll bottle cylinder. Make a hole in the center of the piston with a nail. Make another hole leaving a margin of 4 mm. from the rim. This hole should be 5 mm. in diameter. Fig (3). Stick a plastic milk bag flap on one side of this hole. This is the delivery valve. Fig (4). Press fit a cycle spoke in the central hole of the piston. The cycle spoke connecting rod in Fig (5) will move the piston up and down.

THE CYLINDER is made of a plastic film roll bottle. Make a hole with a hot needle in the center of its base to enable the spoke to pass through. Another 5 mm. hole is made in the base near the rim for the water outlet. fig (6). A 5 mm. thick chappal rubber is cut to fit the circular base of the bottle. A hole is made in its center to enable the spoke to come out.

(Contd. on next page)



આ રબરની ચકતીને ડબ્બીને તળિયે ચોંટાડી દો (ચિત્ર-૭). આ ચકતી સાયકલ સ્પોકને ટેકો આપશે અને પાણીનો લીકેજ અટકાવશે.

સકશન વાલ્વ: ડબ્બીના ઢાંકણનાં કેન્દ્રમાં ૬ મી.મી.નું કાણું બનાવો (ચિત્ર-૮). આ કાણું તો મોચીના પંચ વડે અથવા ગરમ સોય વડે પાડી શકાશે. પિસ્ટનમાં ડિલિવરી વાલ્વ બનાવતી વખતે ચોંટાડી હતી તે રીતે પ્લાસ્ટીકની થેલીના એક ટુકડાને આ કાણાંની એક બાજુએ પંચર સોલ્યુશનથી ચોંટાડો (ચિત્ર-૯). થેલીનો ટુકડો ખોલ-બંધ થાય છે તેથી પાણી ફક્ત એક જ દિશામાં નીકળશે.

પંપને પાચો જોઈશે. નહીં તો સકશન વાલ્વ બંધ થઈ જશે. એક પ્લાસ્ટિકના ઢાંકણાની ધાર પર ગરમ સોય વડે ત્રણ કાણાં પાડો (ચિત્ર-૧૦).

હવે પંપના બધા ભાગ જોડી લો. સૌ પહેલા પિસ્ટનને સિલિન્ડરમાં ભરાવો. પછી સકશન વાલ્વવાળું ઢાકણું બંધ કરો. એક વાસણમાં પાણી ભરી આ પંપ તેના પાયા પર રહે તેમ પાણીમાં મૂકો (ચિત્ર-૧૧). હવે સાયકલ સ્પોકને ત્રણ-ચાર વાર ઉપર-નીચે કરો. પાણી નીકળવાના કાણાં પર લગાવેલી નળીમાંથી પાણીની ધાર છૂટશે. બંને વાલ્વ ઉપરની તરફ ખૂલશે. વાલ્વનું ખુલવું અને બંધ થવું આપણે જોઈ શકીશું. વાલ્વ માછલીના મોઢાની જેમખોલ-બંધ થાય છે. આ પંપમાં એક હાથો બેસાડવો હોય તો કેવી રીતે બેસાડાય, કહો તો?

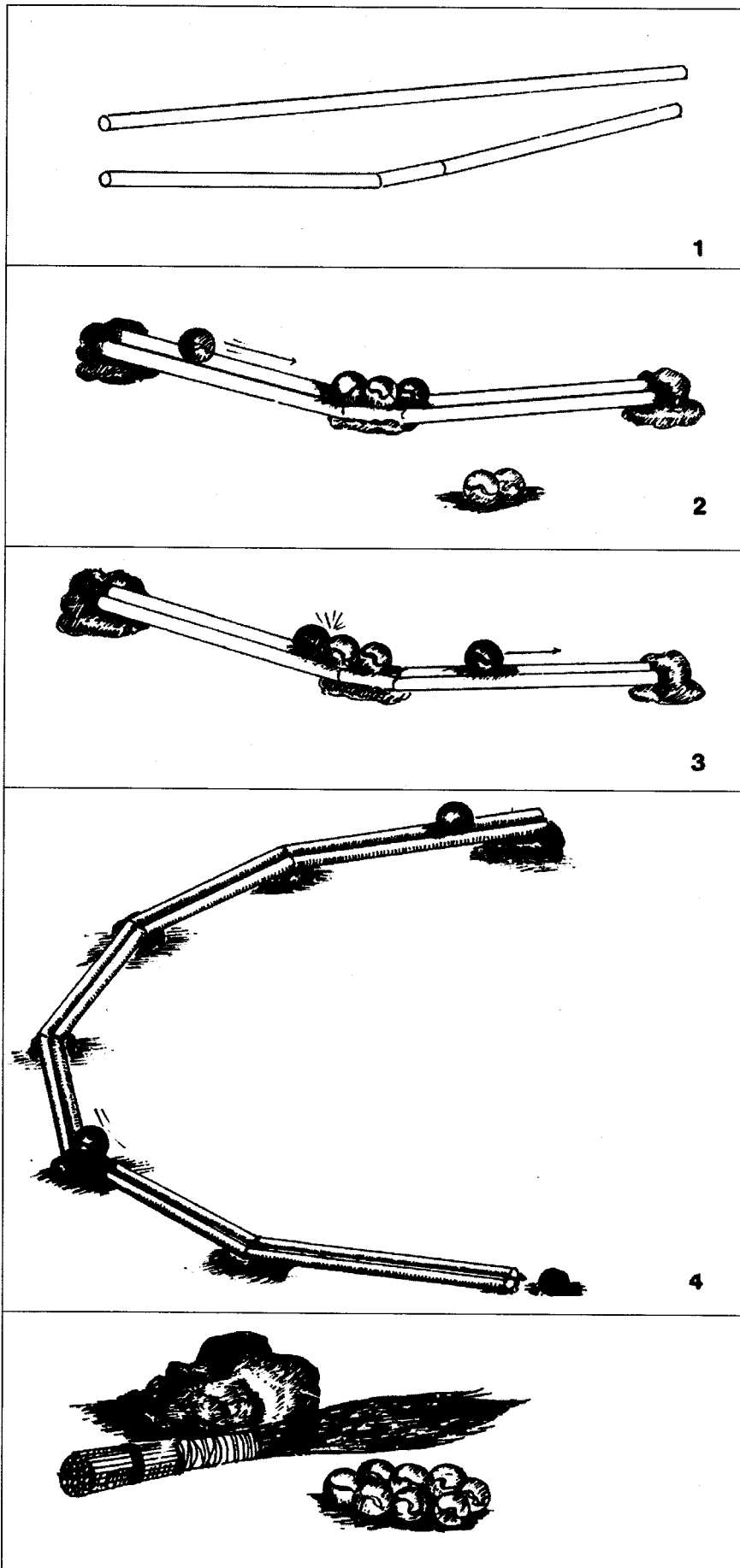
(Pump continued)

Another hole is made in this rubber gasket corresponding to the water outlet. This rubber gasket stuck on the base of the bottle as shown in **Fig (7)** acts as a support for the spoke and also prevents leakage.

THE SUCTION VALVE is made by punching or chain drilling a 6 mm. hole in the center of the bottle cap. **Fig (8)**. A milk bag flap is stuck to one side of this hole using rubber solution. **Fig (9)**. The milk bag strip acts as a 'flap valve' opening and closing the hole and letting water flow in only one direction.

The pump needs to sit on a base or a pedestal otherwise its suction valve will get choked. Make 3 holes on the serrated rim of a poster color bottle cap with a hot needle. **Fig (10)**. The cap makes a sturdy base for the pump.

Assemble the pump by inserting the piston into the cylinder. Close the suction valve cap. Stand the pump on its base in a reservoir of water. **Fig (11)**. Reciprocate the cycle spoke a few times and water will gush out of the delivery pipe. Both the valves open upwards. You can see the valves operating through the transparent plastic bottle. Each time the valves open and close like a fish's mouth. The working model of this actual pump does not have a handle like a real hand pump. You'll have to rack your brains to figure it out.



લખોટી ટ્રેન

જૂની સાવરણી, થોડી માટી અને લખોટીઓ વડે એક સરસ ટ્રેન બની શકે. એક જુની સાવરણીની ગોળાકાર સળીઓ લો. આ સળીઓ ૩૦ સે.મી. લાંબી હોવી જોઈએ. આ સળીઓના વચ્ચેના બે સે.મી. જેટલા ભાગને થોડો વાળી લો (ચિત્ર-૧). બંને સળીઓને સાથે ગોઠવો. તેમની વચ્ચેનું અંતર ૫ મી.મી. હોવું જોઈએ. તેમના છેડાઓને માટીના ટેકા પર ગોઠવો. સળીઓના વચ્ચેના ભાગને લોંઘાવા માટીનો ટેકો આપો. વચ્ચેના ટેકા કરતાં છેડાના ટેકાઓ ૩ સે.મી. જેટલા ઊંચા હોવા જોઈએ. સળીના વચ્ચેના ભાગમાં ત્રણ લખોટી મૂકો. ડાબી ધારેથી એક લખોટી સરકાવો (ચિત્ર-૨).

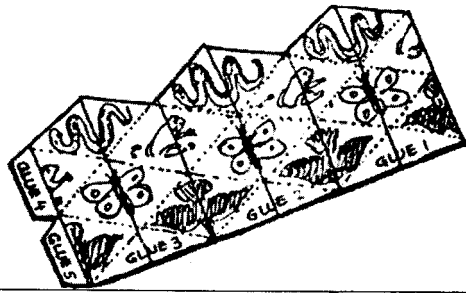
આ લખોટી ઢાળ પરથી સરકીને નીચેની લખોટીઓને અથડાશે. વચ્ચેની ત્રણ લખોટીઓમાંથી ફક્ત એક લખોટી ખસીને જમણી તરફનો ઢાળ ચઢશે (ચિત્ર-૩). હવે ડાબી તરફથી બે લખોટીઓ સરકાવો. તે બંને વચ્ચેની ત્રણ લખોટીઓને અથડાશે. ત્રણમાંથી ફક્ત બે લખોટીઓ જમણી તરફનો ઢાળ ચઢશે. આ પ્રયોગ વેગના સંરક્ષણના નિયમ (conservation of momentum) મુજબ સાવરણીની ગોળાકાર સળીઓ અને માટીના ટેકાઓ વડે તમે એક લાંબો રેલ્વે ટ્રેક બનાવી શકો (ચિત્ર-૪).

સળીઓના વળાંક અને ઢાળની ઊંચાઈનો ક્રમ જાળવવો પડે. તમારા ટ્રેકને સ્ટેશન, પુલ, સુરંગ, ક્રોસિંગ વગેરેથી સજાવી શકાય. તમારા ટ્રેક પર તમારી લખોટી ટ્રેનને સરકતી જોવાની તમને મજા પડશે.

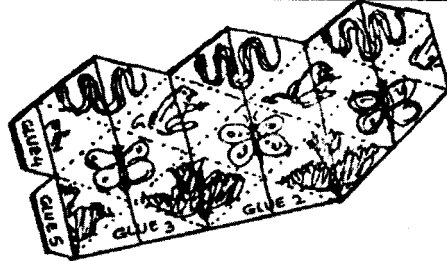
Marble Train

When the phooljhadu (broomstick) soft portion has worn out and reduced to a stub, it is still of great use for making the track of the marble train. Take two round phooljhadu sticks about 30 cms long and bend them 2 cms. in the middle. Fig (1). Embed the ends into lumps of plasticine or clay. Support the middle portion of the sticks with a bit of clay too. The ends should be 3 cms. higher than the middle. The distance between the sticks should be 5 mm. or so such that a marble can roll smoothly- on the track. Place three marbles at the 'cup' of the track. Now roll one marble down the left incline. Fig (2). It will hit the three marbles but on impact only one marble will be ejected up the right incline. Fig (3). Try rolling down two marbles together. On impact only two marbles are ejected up. This beautifully illustrates the principle of conservation of momentum.

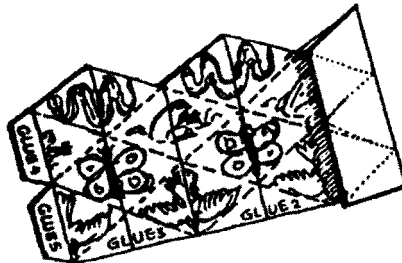
You can also make a long and winding marble track using phooljhadus and bits of clay. Fig (4). The bends and the incline should be gradual. Make stations, crossings, bridges and tunnels to give your marble train a realistic look. This marble train will provide you hours of fun as you see the marbles roll down the tracks.



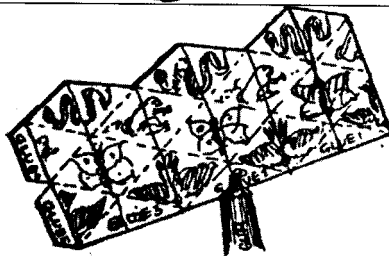
1



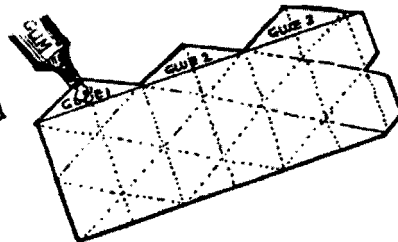
2



3



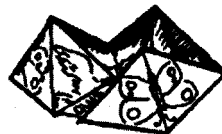
4



5



6



7



ધૂમકકડ એક અદભૂત નમૂનો (મોડેલ) છે. તેને અંદર-બહાર કરતાં જઈ જુદી-જુદી બાજુએથી ખોલી કે બંધ કરી શકાય છે. તેમાં ચાર ચિત્ર હોય છે. અંદર-બહાર ખોલ-બંધ કરતા જઈએ ત્યારે ચારેય ચિત્ર વારા ફરતી ચોક્કસ ક્રમમાં આપણી સામે આવે છે. કોઈ પણ ક્રમિક ઘટનાને ચાર ભાગમાં વહેંચીને આ નમૂનાની મદદથી રસપ્રદ રીતે રજૂ કરી શકાય છે. આ પુસ્તકની વચ્ચે જાડા કાગળ પર ધૂમકકડ બનાવવા માટે જુદી-જુદી ચાર વૈજ્ઞાનિક વિગતોના ચિત્રો છાપેલા છે. કાગળની બીજી બાજુ કોરી છે. તે કાગળને અહીં બતાવેલી રીત પ્રમાણે કાપો, વાળો, ચોંટાડો અને તમારા ધૂમકકડને ઘુમાવતા રહો.

ચિત્ર-૧ માં બતાવ્યા પ્રમાણે કાગળ કાપી લો. તે પછી જ્યાં-જ્યાં ટપકાંવાળી ત્રાંસી લીટી છે ત્યાંથી કાગળને કોરી બાજુએ વાળો (ચિત્ર-૨). ઊભી લીટીઓથી કાગળને ચિત્રવાળી બાજુએ વાળો (ચિત્ર-૩). કાગળ ખોલશો તો કોરી બાજુએ તમે કેટલાક ચતુષ્કોણ અને ત્રિકોણ જોઈ શકશો. કાગળની એક ધાર પર ત્રણ ત્રિકોણ મળે છે. તે ત્રણેયને કાગળની કોરી બાજુએ વાળો. તે દરેક ત્રિકોણ ઉપર સામેની ધારેથી એક-એક ચતુષ્કોણ બંધ બેસશે. ત્રિકોણ પર ચતુષ્કોણ બેસાડતાં ચિત્ર-૬ જેવો આકાર મળશે; જેમાં છ પિરામીડ બનેલા હશે. પાસ-પાસેના પિરામીડને જોડી દેતાં આપણું ધૂમકકડ તૈયાર. આ ધૂમકકડને ગુંદર લગાવ્યા વગર ફેરવી જૂઓ. તે પછી ગુંદર લગાડવા માટે છાપેલા ૧,૨,૩,૪,૫ ને ક્રમિક ચોંટાડો. પહેલાં ચિત્રવાળા ભાગને કોરી બાજુના ગુંદર-૧ વાળા ભાગ સાથે ચોંટાડો. આ જ રીતે ગુંદર-૨ અને ગુંદર-૩ વાળા ભાગને ચોંટાડો. આમ કરતાં ચિત્ર-૬ જેવી ચેઈન બનશે. આ ચેઈનની એક બાજુએ ગુંદર-૪-૫ ની પટ્ટીઓ પર ગુંદર લગાવીને તેમને સામેના ખિસ્સામાં ભરાવી દો (ચિત્ર-૭). ગુંદર સુકાઈ જાય પછી ધૂમાવતા રહો તમારા ધૂમકકડને.

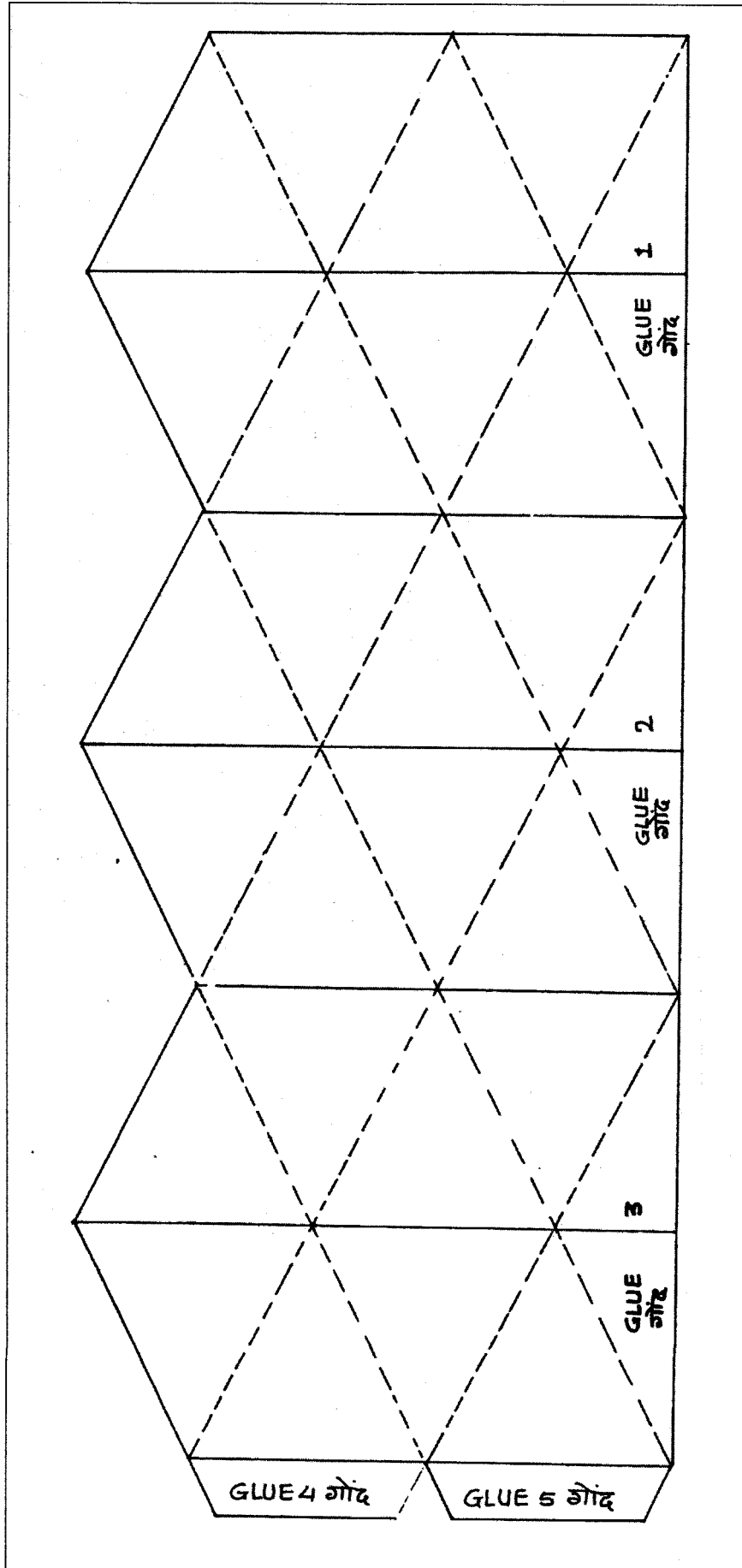
Flexagons

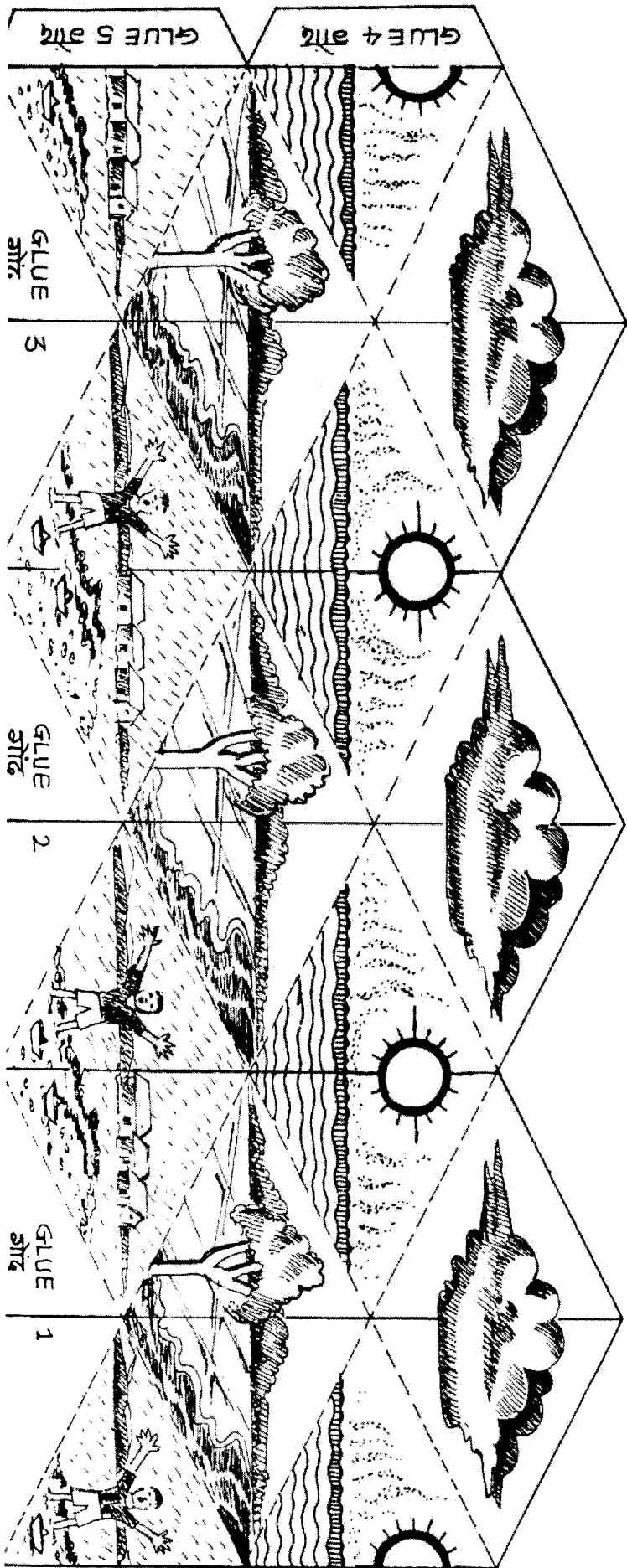
The flexagon is an amazing model. Each time that it flexes about its center a different picture comes into view. It can be used to depict any four stage cycle or sequence. Four flexagon networks printed on thin card sheets are stapled in the middle of the book. The card sheets have the printed network on one side. The reverse side is plain white. Make the flexagons as follows :

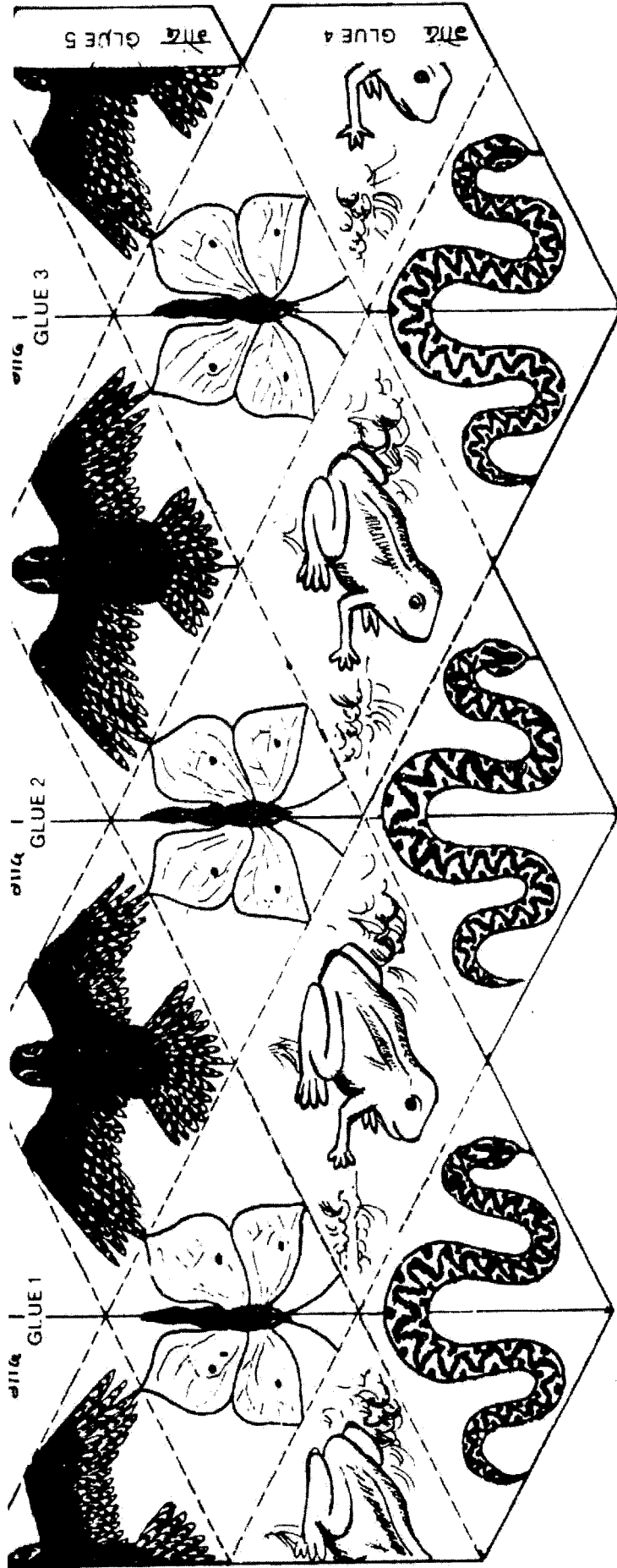
First cut out the network precisely along the outline. **Fig (1).**

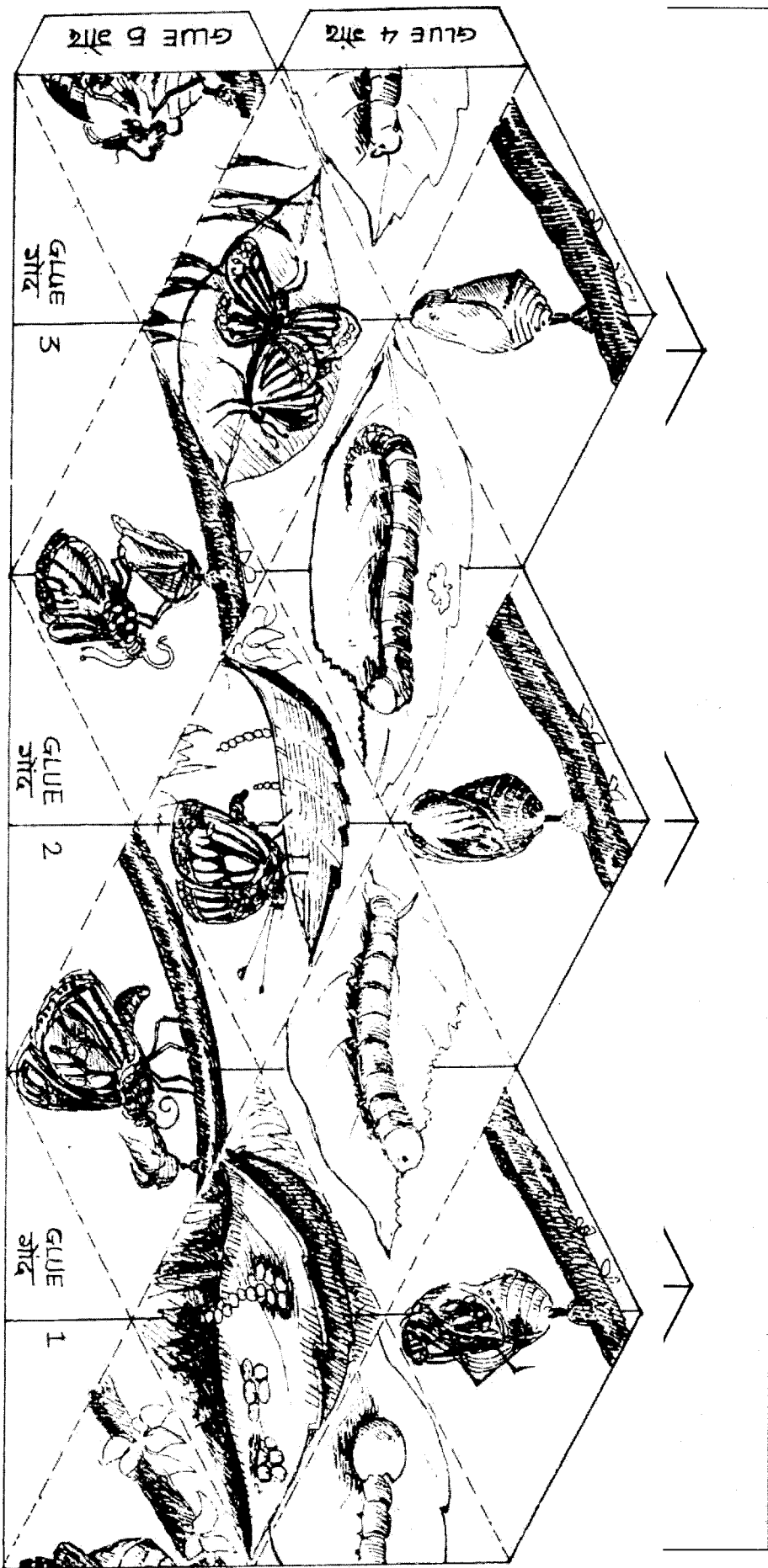
Fold all eight diagonal lines (marked with dashes) away from the picture. **Fig (2).** Fold all six vertical lines towards the picture. **Fig (3).** First try to assemble the model without applying glue. When you can see how it fits together glue in order of 1, 2, 3, 4, 5. Glue 1, 2, 3 on the picture side. **Fig (4).** Apply glue also to the three triangular hills on the plain side of the sheet. **Fig (5).** These have not been marked on the network.

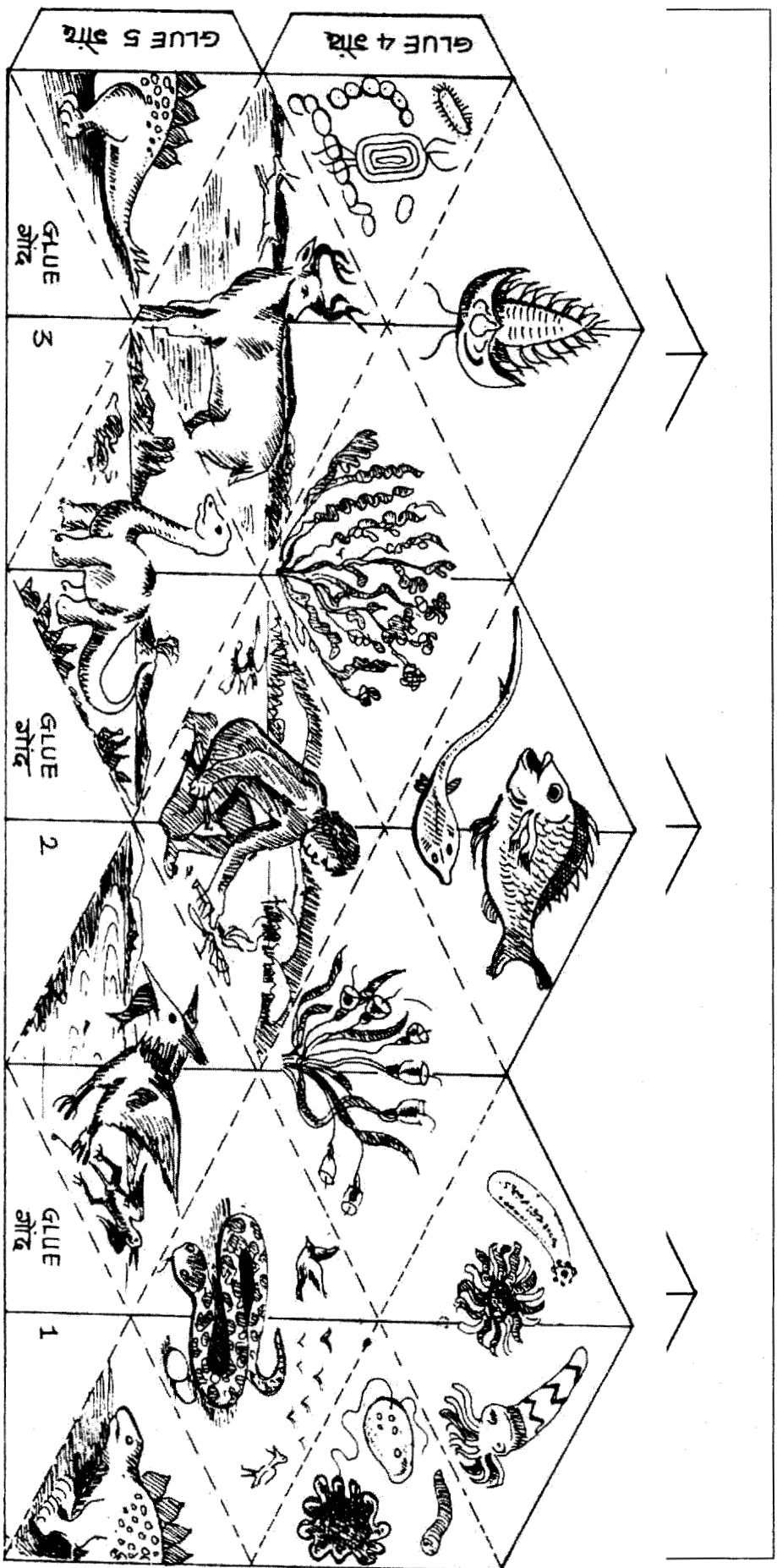
Stick Glue 1 of picture side to Glue 1 of plain side. Do the same with Glue 2 and Glue 3, to get the chain in **Fig (6).** Apply glue to flaps 4 and 5. They go inside the pocket to complete the ring. **Fig (7).** The use of a quick dry impact adhesive like Fevibond gives better results. Once the model is dry flex it away to glory.











જાડા કાગળ પર છાપેલા ધૂમકકડ નીચેના ચક્રે દર્શાવે છે.

- જલચક્ર: (૧) સૂર્ય વડે સમુદ્રના પાણીનું બાષ્પીભવન
(૨) વાદળ બનવા
(૩) વરસાદ
(૪) નદી, નાળા, કૂવા ભરાઈ જવાં.

પૃથ્વી પર સજીવ સૃષ્ટિનો વિકાસ ક્રમ:

- (૧) ૩૦૦ કરોડ વર્ષ પહેલા: સમુદ્રમાં વનસ્પતિ
(૨) ૬૦ કરોડ વર્ષ પહેલા: જળચર
(૩) ૨૩ કરોડ વર્ષ પહેલા: મહાકાય જીવ 'ડાયનોસોર'
(૪) ૭ કરોડ વર્ષ પહેલા: સસ્તન પ્રાણીઓની શરૂઆત

પતંગિયાનું જીવન ચક્ર:

- (૧) ઇંડા આપતી માદા
(૨) ઈયળ
(૩) પ્યુપા
(૪) પ્યુપામાંથી નીકળતું પતંગિયું

આહાર કડી:

- (૧) પતંગિયું- જેને ખાય છે (૨) દેડકા - જેને ખાય છે (૩)

સાપ

જેને ખાય છે (૪) સમડી

કોઈપણ ચક્રની રજૂઆત કરવા માટે ધૂમકકડ એક અસરકારક મોડેલ-નમૂનો છે. આ પુસ્તિકામાં ચિત્ર વગરના ધૂમકકડની એક છાપ પણ આપેલી છે. તેને જાડા કાગળ પર છાપી લઈ. તમે મનપસંદ ચક્ર બનાવી શકશો. જો કાગળને કોઈ જૂના પાતળા કપડા (ધોતિયું) પર ચોંટાડીને ધૂમકકડ બનાવશો તો તે ઘણા દિવસ સુધી ફટકો નહીં.

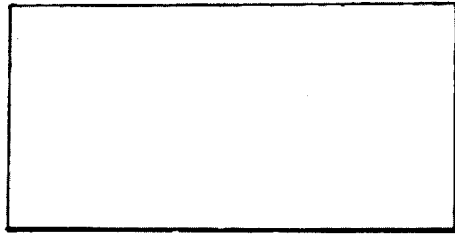
Flexagons continued

The printed card flexagon networks have the following stages. WATER CYCLE : (a) the sun evaporating water from the oceans leading to (b) cloud formation which results in (c) rainfall which (d) fills all the reservoirs with water.

EVOLUTION : (a) 3,000 million years, early sea with algae and simple water plants (b) 600 million years, fishes, molluscs and crustaceans (c) 230 million years, dinosaurs (d) 70 million years, emergence of mammals including human beings.

BUTTERFLY'S LIFE CYCLE : (a) female laying eggs (b) caterpillar emerging from egg/moulting (c) pupa and (d) a butterfly emerging from the pupa.

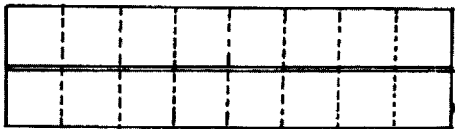
FOOD CHAIN : (a) butterflies (insects) eaten by (b) frogs who in turn are eaten by (c) snakes, who form the food for (d) eagles (birds). Actually the flexagon is a very powerful model for depicting any sequence or cycle - and nature is full of them. A plain network is given. Trace it and make several cycles/chains on your own. Sticking the network on an old thin cloth (old sari) and then cutting, folding and pasting, makes a very long lasting flexagon.



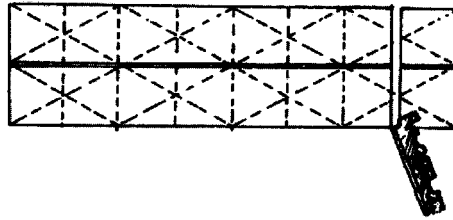
1



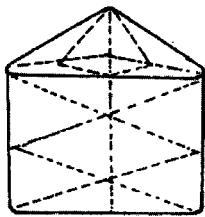
2



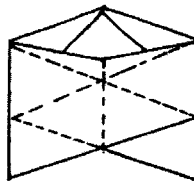
3



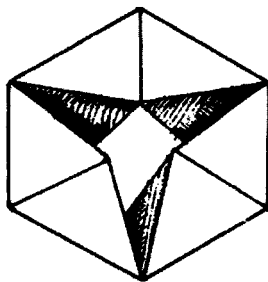
4



5



6



સાદા કાગળમાંથી ધૂમકકડ

ધૂમકકડનો ચસકો એકવાર લાગ્યો તો સહેલાઈથી નહીં છૂટે. એટલે બને એટલા જલદીથી સાદા કાગળમાંથી ધૂમકકડ બનાવવાનું શીખી લો. આ માટે તમારે છાપવાળા કાગળ કે ગુંદરની જરૂર નહીં.

૨૦ X ૧૦ સેમી માપનો એક લંબચોરસ કાગળ લો. આ લંબચોરસ બે ચોરસનો બનેલો હોય તે જરૂરી છે (ચિત્ર-૧). કાગળને તેની લંબાઈએથી અડધો વાળો. કાગળની વચ્ચે એક ઘીસી મળશે. લંબાઈવાળી બંને ધાર આ ઘીસી સુધી વાળો (ચિત્ર-૨). આ લંબચોરસના આઠ સરખા ભાગ પાડતી ઘીસી મળે તે રીતે તેને વાળી લો (ચિત્ર-૩). ચિત્ર-૪ માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ત્રાંસી રેખાઓ દોરી લો. અને માપપટ્ટી કે પટ્ટીની મદદથી કાગળને આ ત્રાંસી રેખાઓથી પણ વાળી લો. આઠમા ભાગને કાપીને દૂર કરો. સાતમા ભાગને પહેલા ભાગના ખિસ્સામાં ભરાવી દો. પ્રિઝમ જેવો આકાર બનશે (ચિત્ર-૫). પ્રિઝમની ઉપર અને નીચેના બરફી જેવા ચતુષ્કોણોને અંદરની તરફ વાળો (ચિત્ર-૬). આ મોડેલ - નમૂનાને બે-ચાર વખત ફેરવવાથી તેના વળાંકો યોગ્ય રીતે ગોઠવાઈ જશે. આ મોડેલના ચારેય પાસા પર જુદા-જુદા રંગીન ચિત્રો અથવા કુદરતી ચક્રો બનાવો.

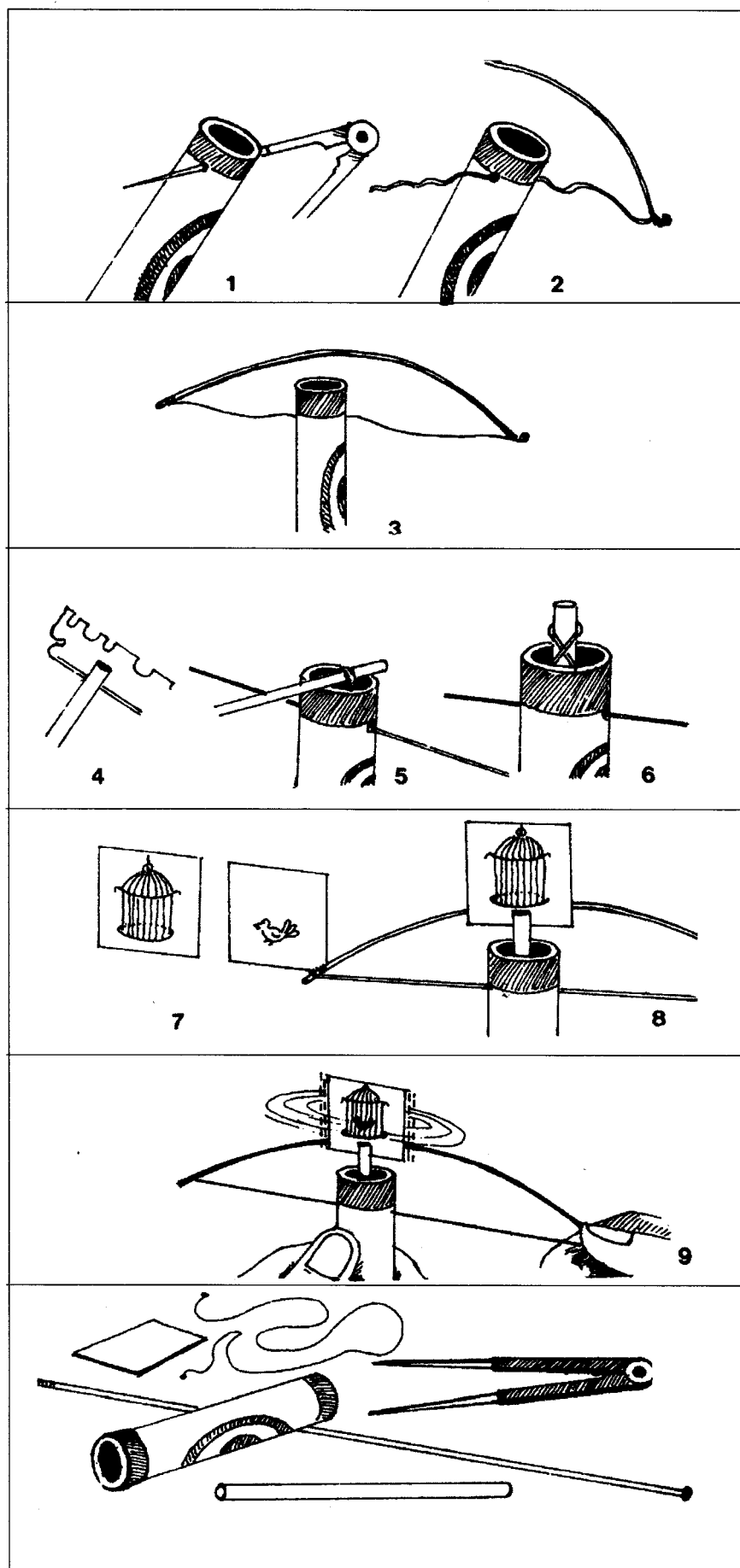
ધૂમકકડની શોધ લગભગ ૪૦ વર્ષ પહેલાં થઈ હતી. ત્યારથી માંડીને તેના જાત-જાતના ઉપયોગ થયા છે. ઘણી આંતરરાષ્ટ્રીય કંપનીઓએ પોતાના સામાનના પ્રચાર અને વેચાણ માટે પણ તેનો ઉપયોગ કર્યો છે. આપણે જોયું તેમ, શૈક્ષણિક રીતે પણ તેના ઉપયોગની કઈ કઈ શક્યતાઓ છે તે વિચારવા માંડો.

Plain Paper Flexagon

Having caught the flexagon bug you'll like to make many more. Here is a no-network, no-nonsense way of folding flexagons out of plain paper. No gluing is necessary.

Take a rectangular (20 cms x 10 cms) sheet of bond or any stiff paper. The rectangle should be made up of two exact squares. **Fig (1)**. Crease the midline along the length, and fold the long edges to this midline. **Fig (2)**. Fold eight equal segments along the width. **Fig (3)**. Fold the diagonal creases using a straight edge as in **Fig (4)** and then cut off slightly more than one segment. Insert the seventh segment into the pocket of the first segment to make a prism. **Fig (5)**. Crease the top and bottom edges of the prism inwards. **Fig (6)**. When the folds are at this stage rotate several times to reinforce the creases. Draw any attractive pattern, cycle or sequence on the four facets of this model.

Flexagons were invented about 40 years ago. Since then they have been put to a variety of uses, including sales promotion of products by multinationals. But as you can see flexagons have many more interesting educational possibilities.



સુથારની શારડી

સામાન્ય રીતે આપણે વસ્તુઓને આંખ વડે જોઈએ છીએ. વસ્તુ આપણી આંખ આગળથી ઘઈ લેવામાં આવે તે પછી પણ કેટલાક સમય સુધી આપણને તે વસ્તુ ‘દેખાતી’ હોય છે આ ઘટનાને ‘દ્રષ્ટિસાતત્ય’ કહે છે. લાકડામાં કાણું પાડવા સુથાર શારડીનો ઉપયોગ કરે છે. શારડી રમકડું દ્રષ્ટિ સાતત્યના નિયમને સરળતાથી રજૂ કરે છે.

દોરાની ખાલી રીલ (ફિરકી) લો. તેના એક છેડે ૧ સે.મી. જગ્યા છોડી પરિકર વડે કાણું પાડો (ચિત્ર-૧) બંને કાણાંમાં દોરો પરોવી લો (ચિત્ર-૨). દોરાને બંને છેડેથી સાઈકલના ધનુષાકાર સ્પોક સાથે બાંધી લો (ચિત્ર-૩). પણછ (દોરો) થોડી ઢીલી રાખવી.

સાવરણીની ૧૦ સે.મી લાંબી ગોળ સળી લો. તેના એક છેડામાં બ્લેડ (પતરી)થી ઊભો નાનો ચીરો કરો. આ સળીનો બીજો છેડો રીલમાં નાખી તેના વડે પણછ (દોરો) બહાર કાઢો (ચિત્ર-૪). સળીને ૧૮૦° જેટલી (અર્ધવર્તુળ) ફેરવી ફરીથી રીલમાં નાખો. આમ કરવાથી સળી ફરતે પણછનો ગાળિયો બની જશે (ચિત્ર-૬). ૩ ચો.સે.મી. ના કાર્ડ પેપર પર એક બાજુએ પોપટ અને બીજી બાજુએ પિંજરુ દોરી લો (ચિત્ર-૭). સળીના ફાંડેલા ચીરામાં આ કાર્ડ ભરાવો (ચિત્ર-૮). ધનુષને ડાબે-જમણે ફેરવવાથી સળીની સાથે કાર્ડ ઝડપથી ફરશે અને પોપટ પાંજરામાં પુરાયેલો લાગશે (ચિત્ર-૯).

અનુસંધાન.....

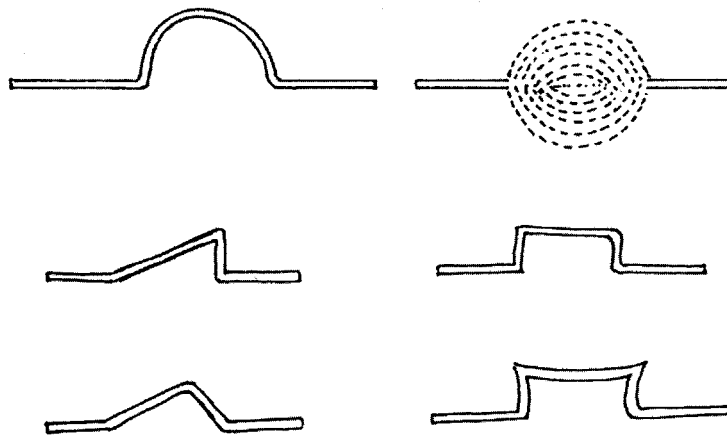
Bow Drill

Normally we see things with our eyes. But we continue to see a thing for a little while longer even after it has been removed from sight. This is called ‘persistence of vision’. The principle of the ancient bow-drill, still in use by carpenters can be incorporated into an ingenious folk toy to demonstrate the persistence of vision.

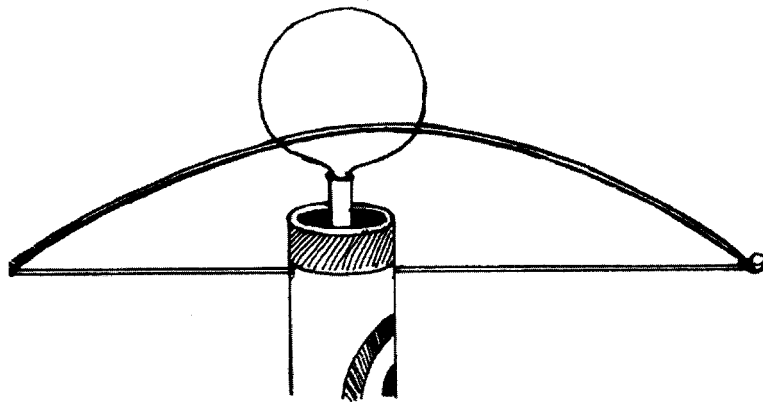
Take an empty cotton thread reel. Make a hole about 1 cm. from one end with a divider point. **Fig (1)**. Weave a thread through this hole as in **Fig (2)** and tie its ends to the two ends of a cycle spoke bent into an arc. **Fig (3)**. The bow string should be slightly loose.

A phooljhadu (broomstick) reed 10 cms. long is split for about 1 cm. on one end. **Fig (4)**. Insert the other end of the reed inside the reel and yank out the thread. **Fig(5)**. Rotate the reed by 180 degrees and insert it inside the reel so that the thread loops once around the reed. **Fig (6)**. Make a bird and a cage on either side of a 3 cms. square card sheet. **Fig (7)**. Wedge the card in the slit on top of the reed. **Fig(8)**. On moving the bow to and fro the reed twirls and the bird appears to be encaged. **Fig (9)**.

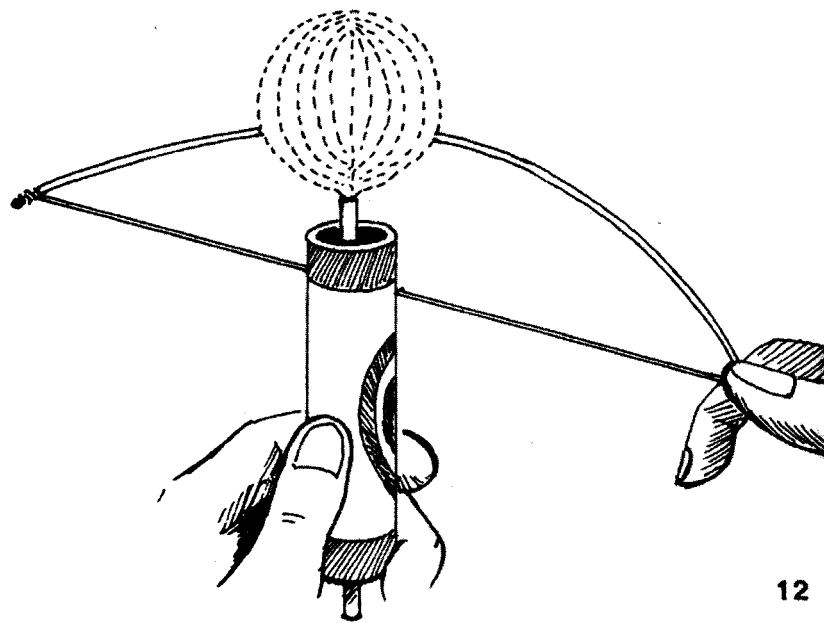
(Contd. on next page)



10



11



12

સુધારની શારડી એક વિશિષ્ટ યંત્ર (મશીન) છે. એકદમ સરળ, પ્રાથમિક રચનાવાળું આ યંત્ર નીરની સીધી રેખાની ગતિને સળેકડા જેવી ચક્રીય ગતિમાં ફેરવી દે છે.

જો રીલને એક હાથે પકડી સાવરણીની સળીને રીલના નીચેના છેડેથી ફેરવીએ તો શું થાય? ધનુષ સીધી રેખામાં આગળ-પાછળ ફરશે. (પહેલાંના સમયમાં આવતા રેડિયોમાં સ્ટેશન બદલવાનો તાર આ જ રીતે કામ કરે છે. જેમાં બહારના નોબ-બટનની ચક્રીય ગતિ કાંટાની સીધી ગતિમાં ફેરવાઈ જાય છે).

આ યંત્રવડે તારના ગુંચળામાંથી બનાવેલા જુદા-જુદા આકારોને ફેરવવાની મજાની રમત પણ કરી શકાય. વાળી શકાય તેવો તાર લો અને તેમાંથી ચિત્ર-૧૦ માં બતાવ્યા પ્રમાણેના આકાર બનાવી લો. હવે આ આકારને તમારી આંગળીઓ વડે ફેરવો. આ પોલા આકાર ઘન પદાર્થ જેવા દેખાય છે ને?

તારમાંથી એક ગોળાકાર બનાવી તેને સાવરણીની સળીમાં ફસાવી લો (ચિત્ર-૧૧). સળીને ફેરવતાં પોલો ગોળાકાર દડા જેવો દેખાશે (ચિત્ર-૧૨). જો તમારો તાર લંબચોરસ આકારનો હશે તો આ યંત્ર વડે ફેરવતાં તે નળાકાર દેખાશે. જુદા-જુદા આકારના તાર બનાવી જુદા-જુદા ઘન આકારો મેળવવાની રમત રમો.

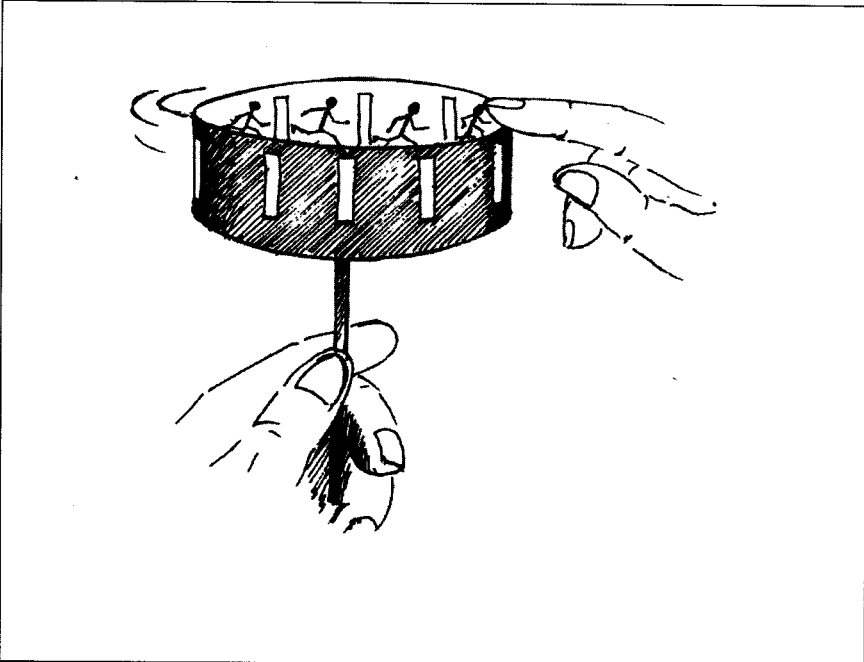
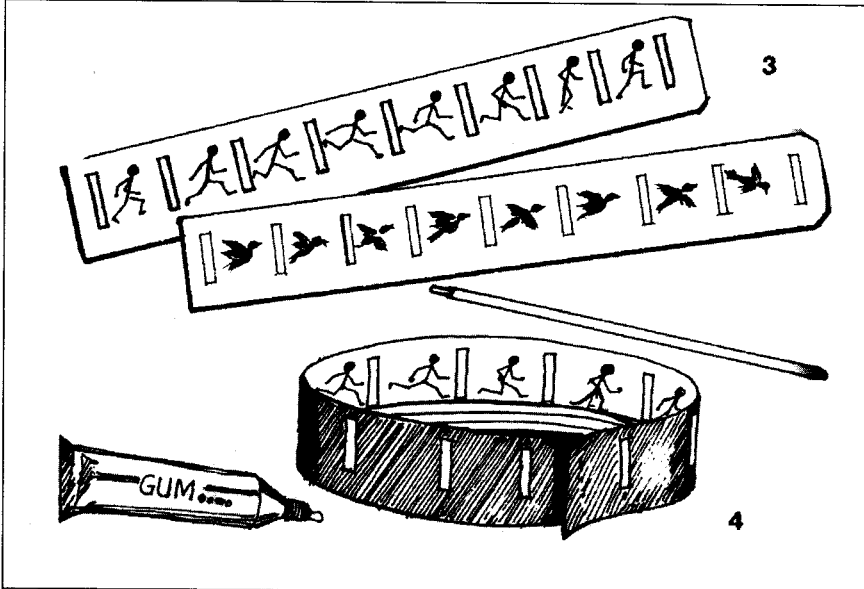
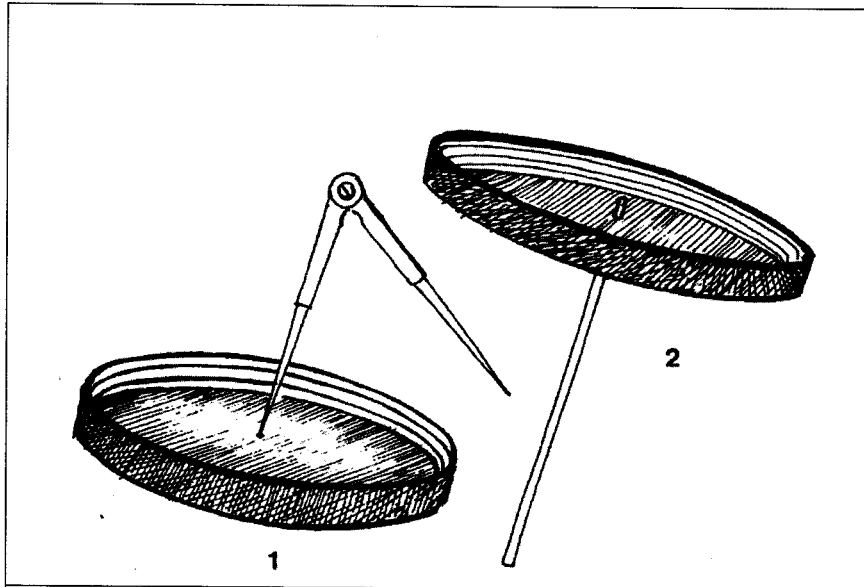
The bow drill is a beautiful mechanism. This rudimentary machine converts straight line motion of the bow, into rotary motion of the reed.

If, however, the reel is held in one hand and the reed rotated, it moves the bow to and fro. This familiar mechanism is used in all radio knobs, where rotary motion of the knob is converted into the straight line motion of the pointer.

This mechanism can also be used for producing rotation of solids. Take pieces of soft wire and bend them in sections as shown in Fig (10). Now twirl them between your fingers to produce a solid of rotation.

If you make a circular loop of wire and wedge it in the reed of the bow drill, Fig (11), on rotation you will see the spherical profile of a revolving circular loop, Fig (12).

If the wire loop is bent into a rectangular shape then on rotation you will see a cylinder. Make several such interesting rotation of solids.



મૂંગુ ચલચિત્ર (ફિલ્મ)

એક સળગતી દીવાસળીને અંધારામાં ઝડપથી આમ-તેમ હલાવો. તમને દીવાસળીનું ટોપકું, પ્રકાશનાં બિંદુઓ અલગ-અલગ જગ્યાએ દેખાય છે? ના ! તમને પ્રકાશની એક સળંગ વાંકી-ચુકી રેખા દેખાશે. તમારા હાથને ઝડપથી ફેરવીને તમે વર્તુળ, અર્ધવર્તુળ કે અંગ્રેજી આઠનો પ્રકાશાકાર બનાવી શકો. એવી ચિત્ર ચોપડી બનાવો જેમાં એક જ ચિત્રની ગતિ ક્રમિક પાન ઉપર ક્રમાનુસાર બદલાતી હોય. આ ચિત્ર ચોપડીના પાનાંને ઝડપથી છોડીએ તો એવું લાગશે કે ચિત્ર ગતિમાં છે અને તમે કોઈ મૂંગી ફિલ્મ જોઈ રહ્યા છો.

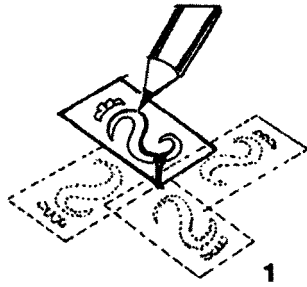
અહીં આપેલી રીત પ્રમાણે પણ મજાની મૂંગી ફિલ્મ બનાવી શકાય. ૧૦ સે.મી. વ્યાસવાળું પ્લાસ્ટિકનું એક ઢાંકણું લો. તેના કેન્દ્રમાં પરિકર વડે કાણું પાડી લો (ચિત્ર-૧). આ કાણાંમાં ચિફ્ફિલની અણી ભરાવો (ચિત્ર-૨). આ અણી પર ઢાંકણું સરળતાથી ફરવું જોઈએ. એક જાડા કાગળની પટ્ટી લો. પટ્ટીની લંબાઈ ઢાંકણાની પરિમિતિ કરતાં થોડી વધારે હોવી જોઈએ. પટ્ટીની પહોળાઈ ઢાંકણાની કિનાર કરતાં વધારે હોવી જોઈએ. ઢાંકણાની પહોળાઈ (ઊંચાઈ) જેટલી જગ્યા છોડી પટ્ટી પર ક્રમિક બદલાતાં ચિત્રો દોરો. આ ચિત્રોની વચ્ચે ઊભી બારી કાપી લો (ચિત્ર-૩). ચિત્રવાળો ભાગ અંદર રહે તે રીતે પટ્ટીને ઢાંકણાની કિનાર પર ચોંટાડો. (ચિત્ર-૪) ઢાંકણાને ચિફ્ફિલની અણી પર ફેરવવાથી ચિત્ર ચાલતું દેખાશે. આ રીતે તમે કોઈ બાળકને દોડાવી શકો કે પક્ષીને ઉડાડી શકો.

પટ્ટીને બહારથી કાળી રંગી દેવાથી અંદરનું ચલચિત્ર વધારે સ્પષ્ટ દેખાશે.

Silent Motion Film

If you wave a smouldering matchstick in a dark room you will not see a distinct point of light changing position. On the contrary, as you move your hand you'll see a continuous curve of light. By moving your hand fast enough you can make a glowing figure of eight, circles or ovals. Try making a flip book in which pictures change very gradually from one page to the next. When you let the pages riffle by under your thumb, the pictures blend into one another and there is the illusion of motion. It is very much like looking at a film without sound.

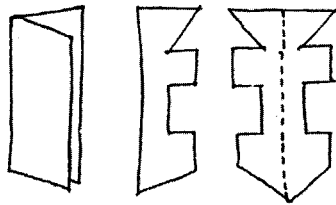
Here is another way of making a short, soundless motion film. Take an old plastic jar lid approx. 10 cms. in diameter and make a hole in its center with a divider point. Fig (1). Insert the tip of a ballpen refill in this hole **Fig (2)**. The jar lid should rotate smoothly on the refill tip pivot. Cut a strip of card sheet long enough to go around the circumference of the lid. Draw gradually changing pictures on this strip. Cut slits between the pictures. Fig (3). Glue the strip on the rim of the lid with the pictures inside **Fig(4)**. On rotating the lid you'll see an animated motion picture of a man running. You could make a bird fly or a joker throw up eggs. For a better view color the outside of the slit strip black.



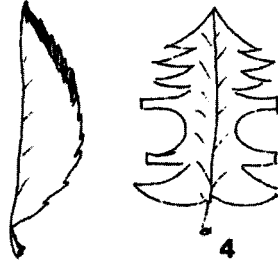
1



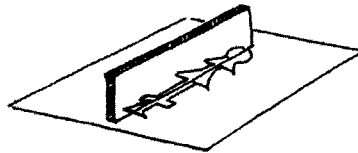
2



3



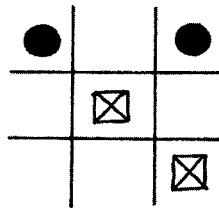
4



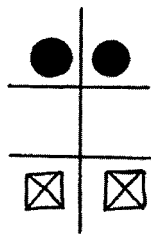
5



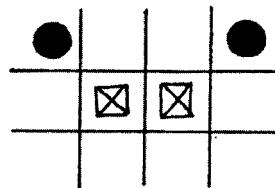
6



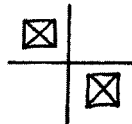
7



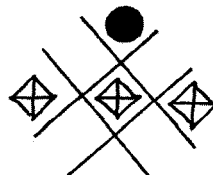
8



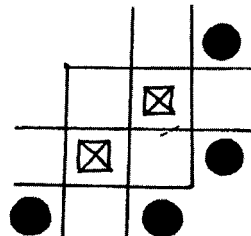
9



10



11



12

અરીસાની મુંઝવણો

પ્રકૃતિ સમપ્રમાણતાના સુંદર નમૂનાઓથી છલકાય છે. પતંગિયાને જ જોઈલો. પતંગિયાની એક પાંખ બીજી પાંખ પર ચપોચપ બંધ બસે છે. આમ ગોઠવતા પતંગિયાનું શરીર એક સમપ્રમાણ અક્ષ બની જાય છે.

એક પોસ્ટકાર્ડ પર કેટલાંક આકાર કાપો. (અહીં 'ટ') પોસ્ટકાર્ડને એક ખૂણે પીન લગાવીને તે આકાર બીજા કાગળ પર દોરો (ચિત્ર-૧). પોસ્ટકાર્ડને 60° ના ખૂણે ફેરવી તે આકાર ફરીથી દોરો. આ ક્રિયા કરતાં જઈ ચિત્ર-૨ જેવું ચિત્ર બનાવો. આ ચક્રીય સમપ્રમાણતાનો નમૂનો છે.

એક કાગળને અડધો વાળો. તેની ખુલ્લી ધારથી કોઈ આકાર કાપી લો. કાગળ ખોલશો તો તમને એક ભાત દેખાશે (ચિત્ર-૩). અહીં સમપ્રમાણ અક્ષ ક્યાં છે? તમે આ પ્રવૃત્તિ માટે પાંદડાઓનો પણ ઉપયોગ કરી શકો (ચિત્ર-૪). આ રીતે નવી-નવી ભાત બનાવો.

કોઈ એક આકૃતિ પર અરીસો એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી તે આકૃતિનું આખું પ્રતિબિંબ અરીસામાં જોવા મળે (ચિત્ર-૫). એવા સંયુક્ત પર્ણ શોધો જે અરીસામાં બેવડાં દેખાય (ચિત્ર-૬).

હવે અરીસાને ચિત્ર-૭ પર ગોઠવો. અરીસા જગ્યા બદલતાં રહી મળતી ભાત જૂઓ હવે, અરીસાને ચિત્ર-૭ પર એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી ચિત્ર-૮ જેવી ભાત જોવા મળે. આ માટે તમે અરીસો કઈ લીટી પર ગોઠવ્યો? ડાબી કે જમણી? અરીસાને ચિત્ર-૭ ના જુદા-જુદા ખૂણાઓ પર ગોઠવી ચિત્ર- ૯, ૧૦, ૧૧, ૧૨ જેવી ભાત મેળવો. તમે જોશો કે પ્રતિબિંબમાં ચોરસનો આકાર બદલાતો નથી.

અનુસંધાન...

Mirror Puzzles

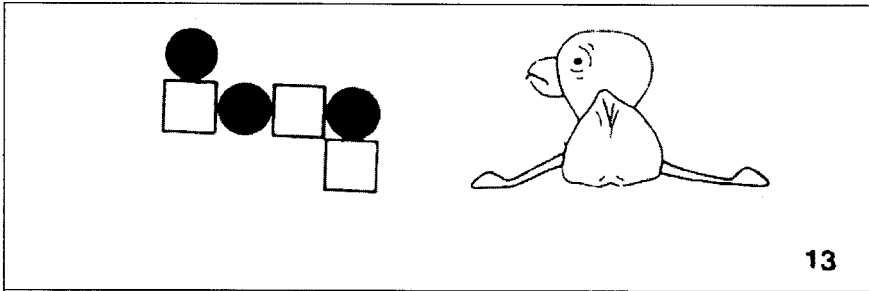
Nature is replete in symmetry. A butterfly's wings are a good example. One half of the wings can be folded on to the other half to match exactly. The fold then becomes the line of symmetry. Cut a pattern on a postcard,. Push a pin in one corner and draw the pattern. **Fig (1)**. Rotate a quarter turn and draw again. Repeat it to get. **Fig (2)**. It shows rotational symmetry.

Fold a paper in half. Cut shapes in its edges. Open the paper to see pattern **Fig (3)**. Which is the line of symmetry? You can use leaves too for this purpose. **Fig (4)**. Invent lots of new shapes.

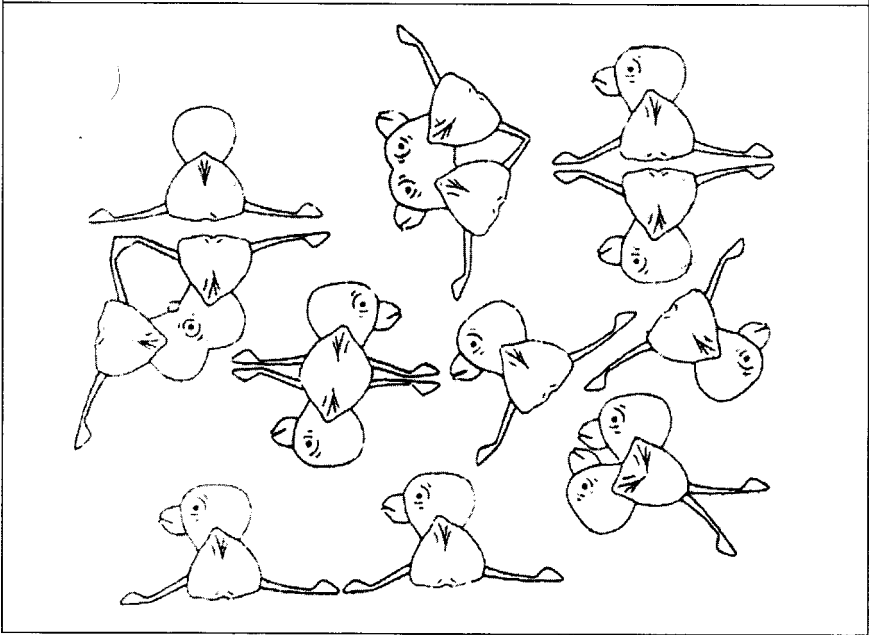
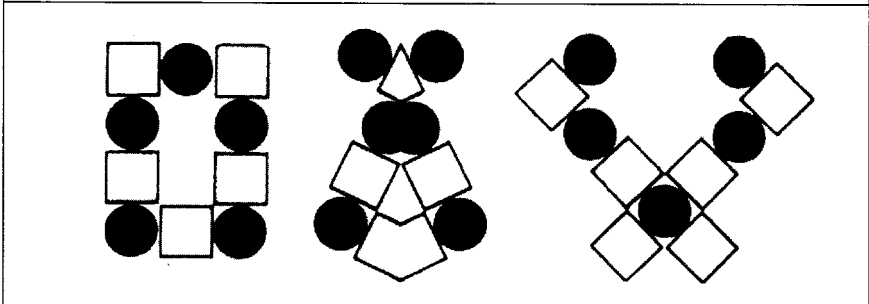
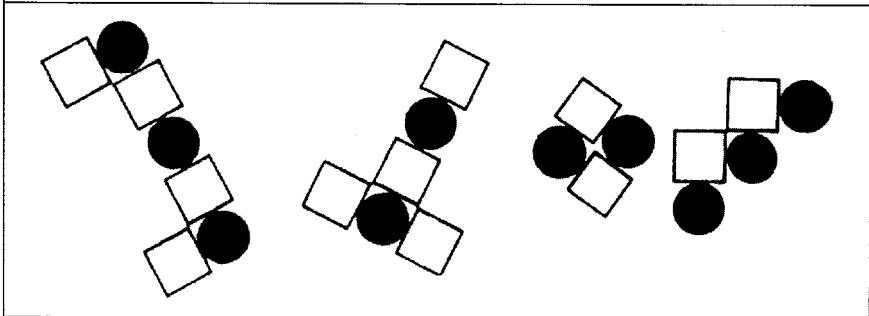
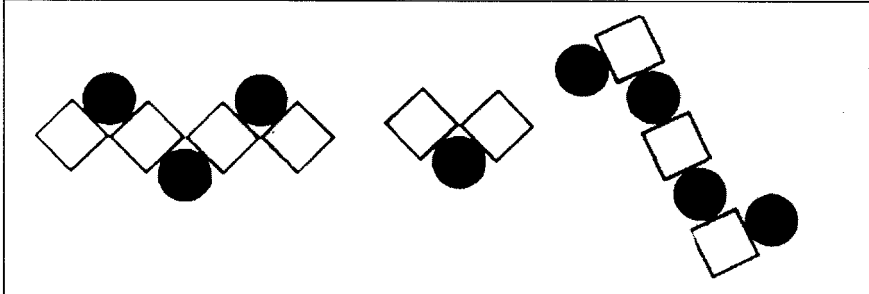
Draw a shape and put a mirror beside it so that the shape doubles itself. **Fig (5)**. Search for compound leaves that look as if they have been doubled up in a mirror. **Fig (6)**.

Stand the mirror on **Fig (7)**. Slide and turn the mirror to see the patterns changes. Now orient the mirror on **Fig (7)** in such a way so that you can see the patterns which match with **Fig (8)**. Is your mirror on a vertical line facing to the right? Again place the mirror on **Fig (7)** in different orientations to get **Fig (9,10,11 & 12)**.

(Contd. on next page)



13



ચિત્ર-૧૩ માં બે મૂળ ચિત્રો આપેલા છે. પહેલું ચિત્ર ચોરસ અને કાળા ટપકાંનું છે જ્યારે બીજું ચિત્ર એક મરઘીનાં બચ્ચાનું છે. દરેકે વાર ચિત્ર ૧૩ માં આપેલા ચિત્રો પાસે અરીસાને એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી તેની નીચે આપેલી આકૃતિઓ બને. ધ્યાન રાખજો, નીચે આપેલી આકૃતિઓ / પ્રતિબિંબ ચિત્રોમાંથી કેટલાંક ખોટા છે. એટલે કે ચિત્ર-૧૩ ના આધારે અરીસા વડે તેવાં આકૃતિ/પ્રતિબિંબ બનવા અશક્ય છે. આવી અશક્ય આકૃતિઓ શોધી કાઢો. આ મજેદાર રમત માટે તમે પણ ચિત્ર-૧૩ જેવા નમૂના બનાવી શકો.

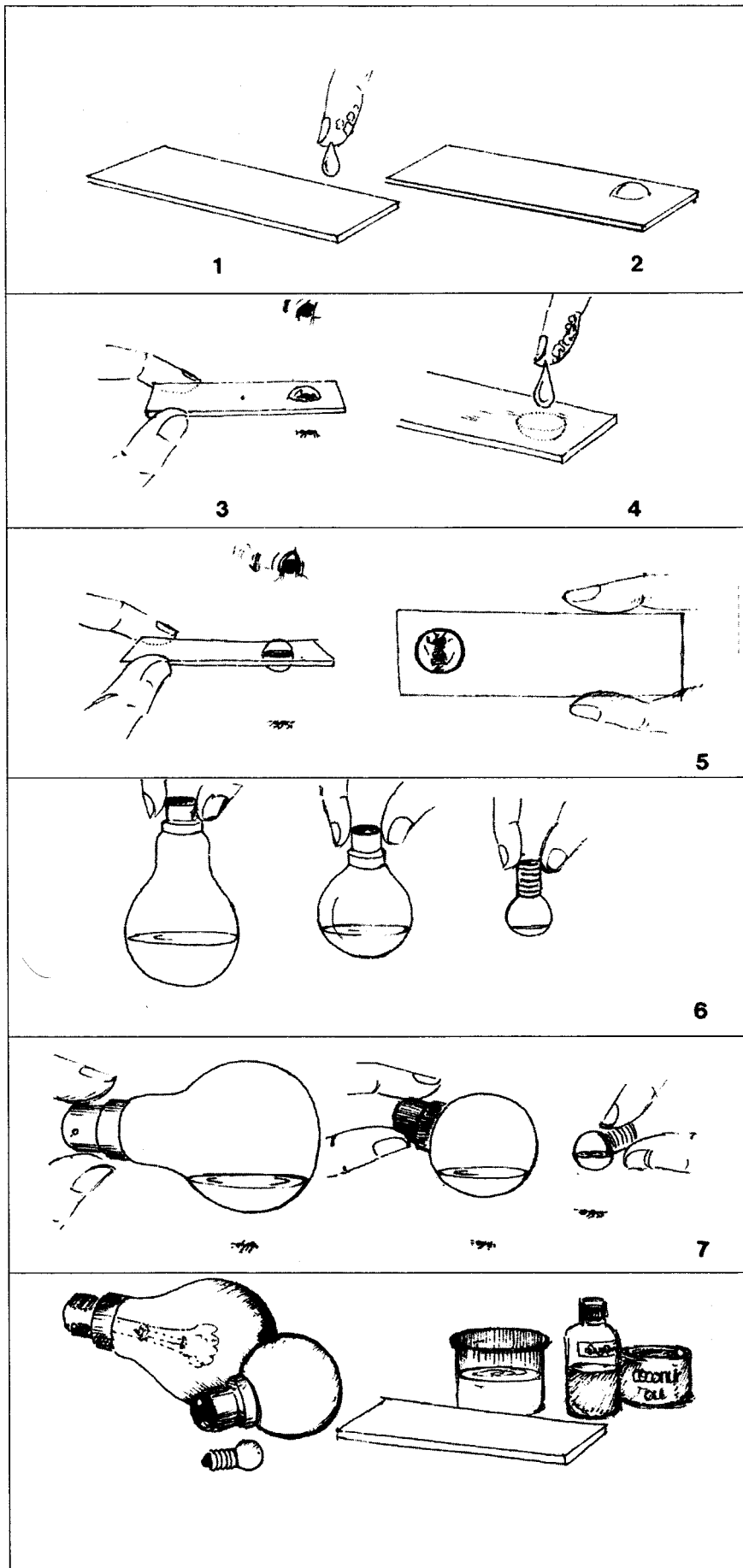
હવે તમને ખ્યાલ આવ્યો હશે કે કેટલીક આકૃતિઓમાં એક કરતાં વધારે સમપ્રમાણ અક્ષ હોય છે, તો કેટલીક આકૃતિમાં એક પણ સમપ્રમાણ અક્ષ નથી હોતો. ચોરસમાં કેટલા સમપ્રમાણ અક્ષ છે? ચાર વળી ! ચારેય અક્ષ પર વારાફરતી અરીસો હોય કાટખૂણો બને તેમ ગોઠવીને જુઓ. એક ચોરસ પર જુદી-જુદી જગ્યાએ અરીસો મૂકીને જુદા-જુદા માપના ચોરસ પ્રતિબિંબ મેળવી શકશો? હવે વર્તુળકાર લો. વર્તુળનો દરેક વ્યાસ સમપ્રમાણ અક્ષ જ હોય. પણ શું એક વર્તુળ પર જુદી-જુદી જગ્યાએ અરીસો મૂકીને જુદા-જુદા કદના વર્તુળ પ્રતિબિંબ મેળવી શકાશે?

સમપ્રમાણવાળા અને તેના પ્રતિબિંબ માટે યોગ્ય હોય તેવા નમૂના આપણી આસપાસ વેચાયેલા પડ્યા છે. તેને માટે તમારી આંખ કેળવો. આપણા મૂળાક્ષરો અને આંકડા જ લઈલો. એક પણ સમપ્રમાણ અક્ષ ન હોય તેવા મૂળાક્ષર ઓળખી કાઢો. કયા મૂળાક્ષરોમાં એક અથવા એકથી વધારે સમપ્રમાણ અક્ષ છે? તમારું નામપહેલી ABCD માં લખો. એવો મૂળાક્ષર શોધો જેમાં ઓછામાં ઓછો એક સમપ્રમાણ અક્ષ હોય.

Two mirror masters - one composed of squares and dark circles, and the other of a chick are given in Fig (13). Each time you have to place your mirror on the mirror master only, in various orientations and get all the patterns given below. You'll be able to get most of them. But some of the patterns have been included to trick you. They are not simply hard, but they are impossible. Can you locate the impossibilities? If you have enjoyed these mirror puzzles why not make some of your own.

By now you must have seen that some shapes have more than one line of symmetry. Some have none. How many lines of symmetry are there in a square? Four, isn't it. Place a mirror strip on each of these lines and see how the square remains unchanged. Can you place the mirror to make squares of different sizes? On the other hand any line which passes through the center of the circle is a line of symmetry, but can you place *the* mirror to make different sized circles?

Develop an eye for looking at symmetries. You'll find them everywhere even in alphabets and numerals. Which alphabets have no line of symmetry? Which have one? Two? Write your name in capital letters. Find the alphabets which have at least one line of symmetry.



એક નાનું ટીપું અને બલ્બનું સૂક્ષ્મદર્શક

એક કાચની ચોખ્ખી સ્લાઈડ લો અને તેને વાળ સાથે ઘસો જેથી તેના પર તેલનું પાતળું પડ લાગી જાય. હવે થોડું સાચવીને સ્લાઈડ પર પાણીનું એક ટીપું મૂકો (ચિત્ર-૧) પાણીનું ટીપું એક અર્ધવર્તુળાકારનો લેન્સ બનાવે છે (ચિત્ર-૨). ટીપાંના આ લેન્સમાંથી કોઈ કીડીના નાના પગ કે નાના અક્ષરોને જુઓ (ચિત્ર-૩).

શું કીડીના પગ મોટા દેખાય છે? હવે સાચવીને સ્લાઈડને ઊંઘી કરી દો જેથી પાણીનું ટીપું નીચે લટકવા લાગે. હવે લટકતા આ ટીપાંની એકદમ ઉપર બીજું એક પાણીનું ટીપું મૂકો. હવે બે અર્ધવર્તુળ લેન્સ બને છે (ચિત્ર-૪). શું આ નવા લેન્સથી વસ્તુઓ થોડી વધારે મોટી દેખાય છે? (ચિત્ર-૫). આ જ પ્રયોગોને પાણીની બદલે કોપરેલ અને ગ્લિસરીનથી પણ કરી જુઓ. શું તેનાથી વસ્તુ વધારે સ્પષ્ટ અને મોટી થાય તેવા ફરક લાગે છે?

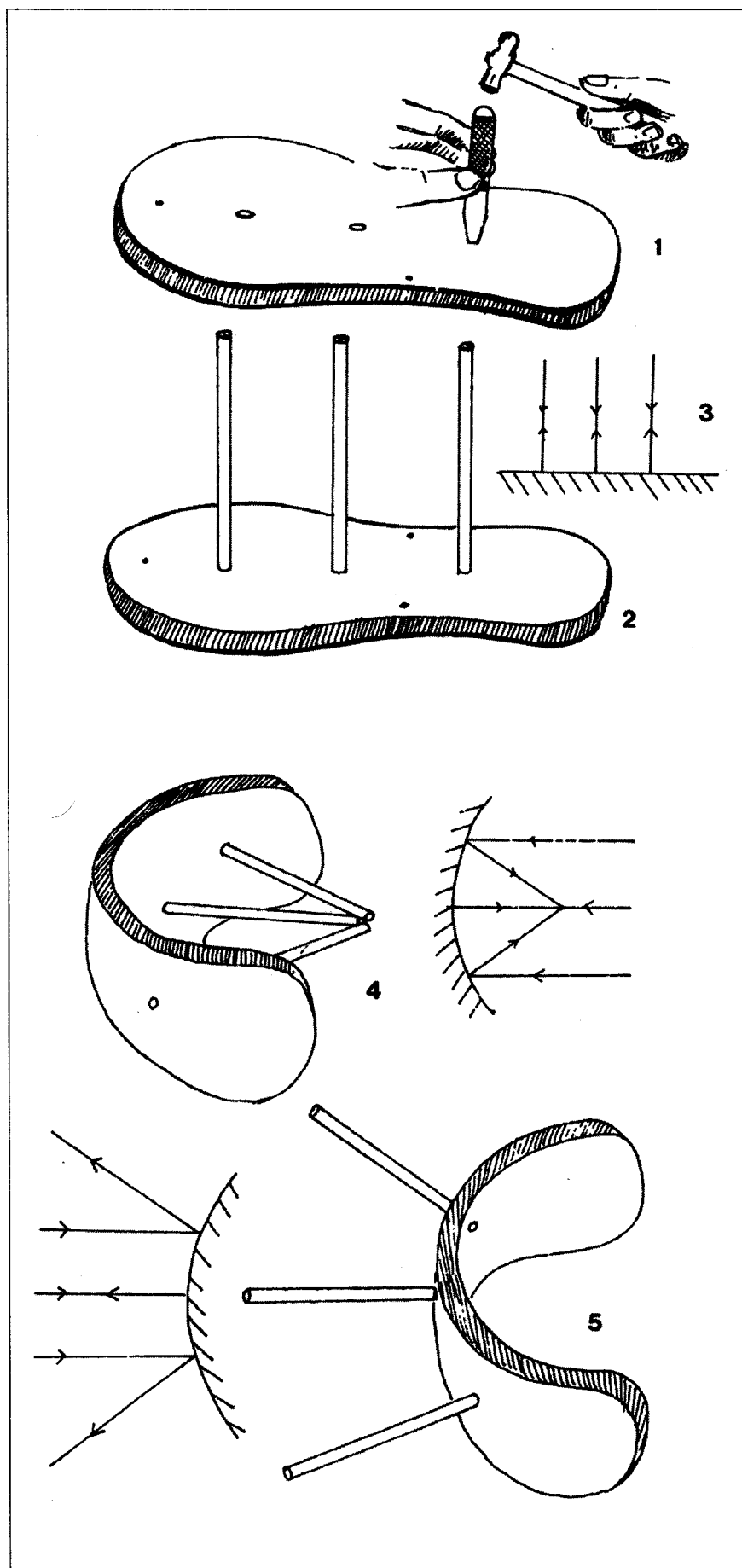
૪૦ વોટ, ઝીરો વોટ અને ટોચના ફ્યુઝ થઈ ગયેલા બલ્બોને પાછળથી ફોડીને તેની અંદરના ફિલામેન્ટ કાઢી લો. બલ્બોને લગભગ અડધે સુધી પાણીથી ભરી દો (ચિત્ર-૬). બલ્બોનો ગોળાકાર અને પાણીનું સ્તર એક લેન્સનું કામ કરે છે. ત્રણે લેન્સથી વારફરતી કોઈ એક જ વસ્તુને જુઓ (ચિત્ર-૭). તમે જોશો કે ટોચના બલ્બથી વસ્તુ વધારે મોટી દેખાય છે. શું તમને લાગે છે કે ડબ્બાના ગોળાકારનો વસ્તુ મોટી થવા સાથે કોઈ સંબંધ છે?

Drop and Bulb Microscopes

Take a broken glass pane or slide and rub it on your hair to apply a thin layer of oil. Gently place a drop of water on the slide. **Fig (1)**. The water drop 'sits' on the slide and makes a plano-convex lens. **Fig (2)**. Look at some small print or an ant through the drop lens. **Fig (3)**. Do the ant's legs appear any bigger? Now quickly invert the slide, so that the drop instead of 'sitting up' will be 'hanging down'. Place another drop on the slide right on top of the previous drop to make a double convex lens. **Fig (4)**. Does the 'hanging-sitting' combination make any difference to the magnification? **Fig (5)**. Repeat the experiments using drops of glycerine and coconut oil instead of water. Does it make any difference to the clarity, magnification?

Remove the filaments of a 40 Watt, Zero Watt and torch bulbs by carefully hammering at the resin ends. Half fill the bulbs with water. **Fig (6)**. The water surface in combination with the bulb curvature makes a plano-convex lens. Observe the same object through all the three bulbs.

Fig (7). Which bulb magnifies the most? You'll see that the torch bulbs with the least radius of curvature magnifies the most. Can you now see that magnification is inversely proportional to the radius of curvature.



પ્રકાશ કિરણોનું મોડલ

એક જૂના હવાઈ ચપ્પલમાં (સ્લીપર) મોચીના પંચ વડે પાંચ પાંચ સેમી અંતર રાખી ત્રણ કાણાં પાડી લો (ચિત્ર-૧). આ કાણાંમાં સાવરણીની ૨૦ સે.મી. લાંબી ગોળ સળીઓ ફસાવી લો.

ચપ્પલને સમતલ સપાટી પર મૂકશો તો સળીઓ સીધી ઊભી રહેશે (ચિત્ર-૨). જો આપણે ચપ્પલને સમતલ અરીસો માની લઈએ તો જોઈ શકાય છે કે અરીસાને લંબ આવતા પ્રકાશના કિરણો તે જ રસ્તે પાછા જાય છે (ચિત્ર-૩). એટલે કે અહીં આપાત કિરણ અને પરાવર્તિત કિરણ જુદા પાડી શકાતાં નથી.

જો અરીસો અંતર્ગોળ હોય તો શું થાય? ચપ્પલની અરીસો માનેલી (સળીઓ લગાવેલી) સપાટીને અંદરની બાજુએ અંતર્ગોળ વાળી જુઓ. ત્રણેય સળીઓ એક બિંદુ પર મળશે. આ બિંદુ એ આપણા આ અરીસાનું કેન્દ્ર. (વક્ત્રા કેન્દ્ર) (ચિત્ર-૪)

હવે આપણા અરીસાને બહારની બાજુએ (બહિર્ગોળ) વાળી જુઓ. સળીઓ એકબીજાથી દૂર જતી જશે (ચિત્ર-૫).

કાચને વાળી શકાતો નથી અને કિરણોને આપણે જોઈ શકતા નથી. આથી સમતલ, અંતર્ગોળ તેમજ બહિર્ગોળ અરીસામાં સમાંતર આવતાં (આપાત થતા) કિરણો કઈ દિશામાં પરાવર્તિત થાય છે તે સમજવામાં આ સસ્તું સાધન ઉપયોગી છે.

Ray Model

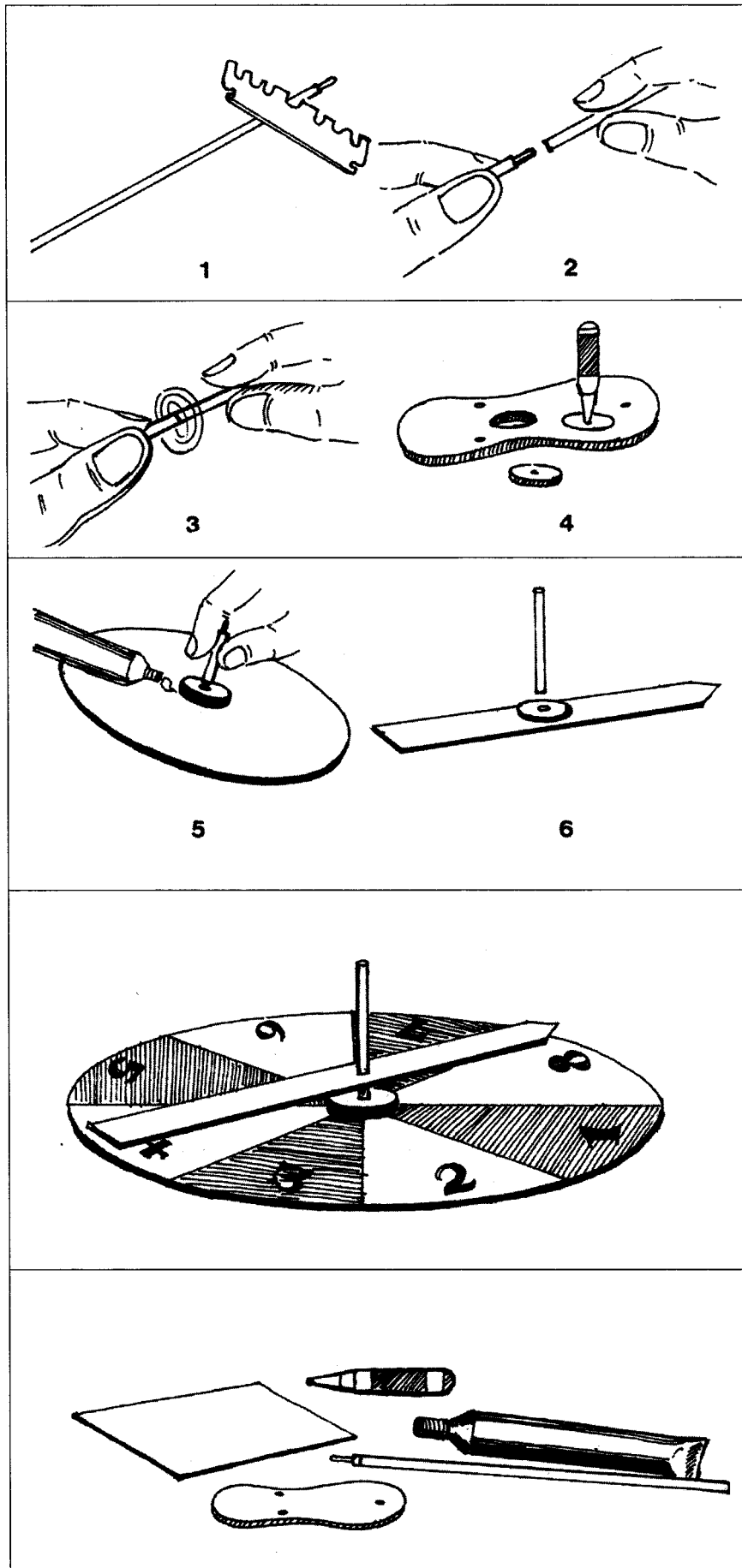
Punch out three holes 5 cms. apart on an old rubber chappal. Fig (1). Press fit 20 cms. long phooljhadu sticks in these holes.

When the chappal is lying flat, the sticks stand upright. Fig (2). Suppose the rubber chappal was a plain mirror strip, then light rays striking it at right angles will again retrace their path as in ray diagram. Fig (3).

What would happen if instead of a plain mirror you had a concave mirror? Just bend the rubber chappal inwards and see. The three sticks now verge at a point called the focus. Fig (4).

What would happen if instead of a plain mirror you had a convex mirror. Just bend the chappal the other way and you'll see the sticks diverging as in Fig (5).

As glass cannot be flexed and rays are invisible, this model will be of some help in concertizing the concept of ray diagrams through curved mirrors.



ચક્રીય પાસો

ખાલી રિફિલ ખૂબ કામની વસ્તુ છે કેમકે તેમાંથી સરસ બેરિંગ બનાવી શકાય છે. નાકાથી ૧ સે.મી. અંતર છોડી રિફિલને કાપી લો (ચિત્ર-૧) રિફિલની ધાતુની અણીમાં વધેલી પ્લાસ્ટિકની રિફિલ ભરાવીને બેરિંગ બનાવી શકાય છે (ચિત્ર-૨). રિફિલની ધાતુની અણી પર રિફિલ સરળતાથી ફરી શકે છે (ચિત્ર-૩) એક જૂના ચપ્પલમાંથી બે વર્તુળાકાર ચકતી કાપી લો. આ ચકતીઓનાં કેન્દ્રમાં મોચીના પંચ વડે ૨ મિ.મી. નું કાણું પાડી લો (ચિત્ર-૪). એક કાર્ડ પેપરમાંથી ૨૦ સે.મી. વ્યાસનો વર્તુળાકાર કાપી લો. ચપ્પલની એક ચકતીને આ વર્તુળાકાર કાર્ડ પેપરનાં કેન્દ્રમાં ચોંટાડો. રિફિલ નો અણીવાળો ભાગ ઉપર રહે તે રીતે રિફિલના ૧ સે.મી. ટુકડાને ચકતીમાં ફસાવી દો (ચિત્ર-૫).

કાર્ડ પેપરમાંથી ૨૦ સે.મી. લાંબી અને ૧ સે.મી. પહોળી પટ્ટી કાપી લો. પટ્ટીના એક છેડાને અણિયાળો બનાવો. પટ્ટીની વચ્ચે રબરની બીજી ચકતી ચોંટાડો. આ ચકતીના કાંણામાં રિફિલના વધેલા ૮ સે.મી. લાંબા કટકાને ભરાવો (ચિત્ર-૬). આ પટ્ટીને ગોળાકાર કાર્ડ પેપરની ચકતી પર ગોઠવો. ચકતીમાં ફસાવેલી રિફિલની અણીમાં પટ્ટીમાં ભરાવેલો રિફિલનો ટુકડો બંધ બસે તે રીતે પટ્ટીને ગોઠવો. આ બન્યું આપણું બેરિંગ. હવે પટ્ટીમાં ભરાવેલી રિફિલને ફેરવો. જુઓ પટ્ટી કેટલી ઝડપથી ફરે છે.

ગોળાકાર કાર્ડપેપરના માપનો એક કાગળ લો. તેને આઠ સરખા ભાગમાં વહેંચી કાર્ડપેપર પર ચોંટાડો. આમ કરવાથી ચકરી આઠ ભાગવાળો પાસો બની જશે. તમે આઠ કરતાં વધારે કે ઓછા ભાગનો પાસો પણ બનાવી શકો. આ ચક્રીય પાસાની મદદથી તમે આંક, રંગ કે આકારમાં એકરૂપતા માટેની ઘણી રમતો રમી શકો.

Roulette

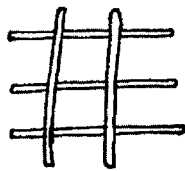
Empty ball pen refills are not for throwing for they make beautiful bearings. Cut a used refill about 1 cm. from the top. **Fig (1)**. Insert the plastic refill on its Metal tip. **Fig (2)**. The refill goes in very smoothly. The refill on its own tip makes a very beautiful bearing. **Fig (3)**. Punch a 2 mm. hole in a rubber disc cut out of an old chappal. **Fig (4)**. Stick this disc at the center of a 20 cms. diameter cardboard. **Fig (5)**. Insert an 1 cm. refill with the brass tip in the disc hole: **Fig (5)**.

Cut a 20 cms. long and 1 cms. wide pointer out of cardboard. Stick another rubber disc with a hole, as in **Fig (4)** at its center. Insert a 8 cms. long plastic refill in this disc. **Fig (6)**.

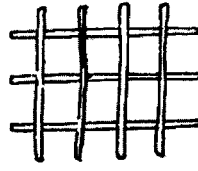
Place the refill in the pointer on the refill in the middle of the cardboard disc. On twirling the pointer refill, the pointer rotates very smoothly on the disc. Place a circular paper disc divided into 8 equal parts on the cardboard disc. The roulette has now become a dice of eight. By changing the paper disc you can make a dice of any number. You can also make a number of matching games - matching of colors, shapes etc.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2			6						
3									
4			12						
5									
6					30				
7									
8									
9									

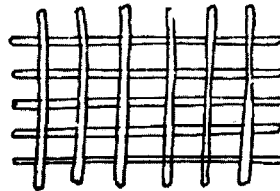
1



$$2 \times 3 = 6$$

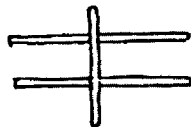


$$4 \times 3 = 12$$

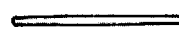


$$6 \times 5 = 30$$

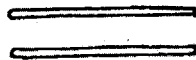
2



$$2 \times 1 = 2$$



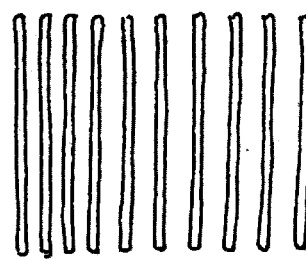
$$1 \times 0 = 0$$



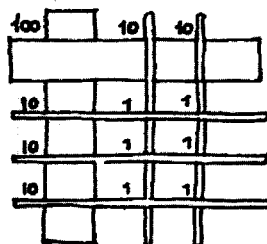
$$2 \times 0 = 0$$

$$0 \times 0 = 0$$

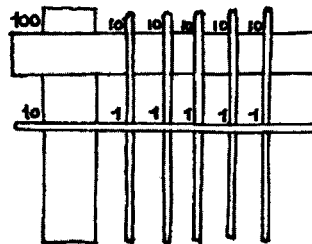
3



4



$$12 \times 13 = 156$$



$$15 \times 11 = 165$$

5

સાવરણીની સળીઓ વડે ઘડિયા

ઘડિયા શીખવાની આ મજેદાર રીત ચેન્નઈના શ્રી પી. કે. શ્રીનિવાસનને આભારી છે. મોટેભાગે ઘડિયા ગોખવામાં આવે છે. ઘડિયા દાખલા ગણવા માટે ઉપયોગી છે. પણ ગોખવાની મજબૂરી બાળકોની મઝા બગાડી નાખે છે. અહીં આપેલી રીત પરથી માત્ર ૧૮ સળીઓ વડે બાળકો ઘડિયાની દુનિયાના શોધવીર બની શકે છે.

એક સળી ઊભી મૂકો અને તેના પર બીજી સળી આડી મૂકો. કેટલી જગ્યાએ બંને સળીઓ એકબીજાને સ્પર્શે છે? માત્ર ૧. આમ, $1 \times 1 = 1$, ત્રણ આડી સળીઓ પર બે સળીઓ ઊભી ગોઠવો. સળીઓ ૬ જગ્યાએ એકબીજાને સ્પર્શે છે. માટે $2 \times 3 = 6$ (ચિત્ર-૨). આ રીતે એક કાગળ પર ચિત્ર-૧ જેવો કોઠો બનાવીને, સળીઓને આડી-ઊભી ગોઠવીને બાળકો જાતે તે કોઠો ભરી શકશે. ‘૦’ (શૂન્ય) સાથે ગુણાકારની સંકલ્પનાને સળીઓની મદદથી કઈ રીતે સમજાવી શકાય તે માટે ચિત્ર-૩ માં કેટલાક ઉદાહરણો આપ્યા છે.

બે અંકોની સંખ્યાના ઘડિયા આ રીતે કરવા હોય તો સળીઓ ક્યાં સ્પર્શે છે તેની ગણતરી મોટી થઈ જાય. માટે ૧૦ સળીઓને જૂથ ગણી તેને કાર્ડ પટ્ટી વડે દર્શાવી શકાય (ચિત્ર-૪). બે કાર્ડ પટ્ટીઓ એક બીજાને એક જગ્યાએ સ્પર્શે તો $10 \times 10 = 100$. એક કાર્ડ પટ્ટી અને ૧ સળી એક જગ્યાએ સ્પર્શે તો $10 \times 1 = 10$. ચિત્ર-૫ માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કાર્ડ પટ્ટી અને સળીઓની મદદથી જુદી-જુદી સંખ્યાઓનો ગુણાકાર કરી ગણન ફળ મેળવો.

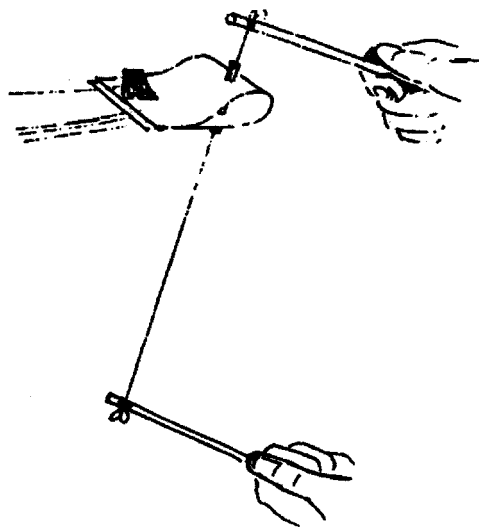
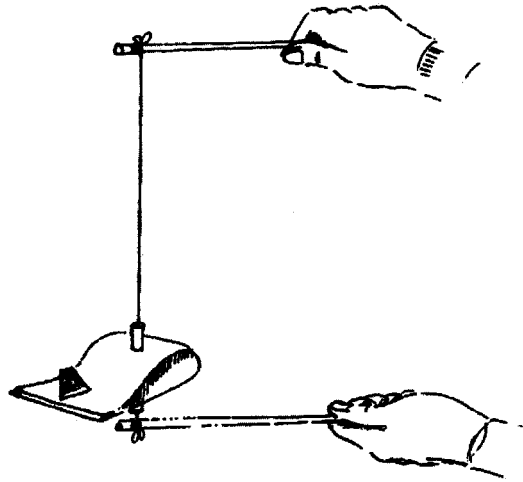
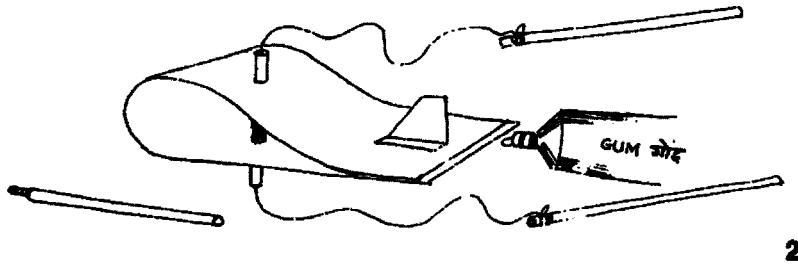
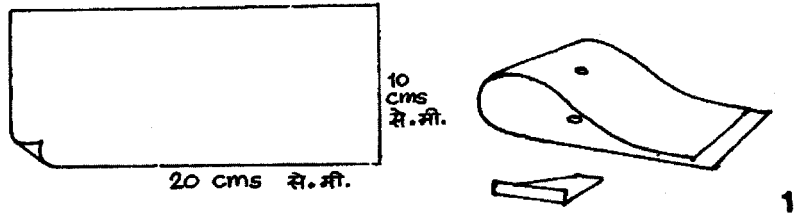
Broomstick Table

This article is inspired by the fascinating work of Shri P.K.Srinivasan of Chennai. Tables are often learnt by rote. This repetitious drill might help quick recall but it kills the whole joy of learning. With only 18 equal length broomsticks children could discover the whole world of tables.

Lay one broomstick and place another one across it. At how many points do they meet? Obviously, one. So, $1 \times 1 = 1$. If two vertical broomsticks are placed criss-cross over three horizontal broomsticks then they have six junctions. So, $2 \times 3 = 6$ as in Fig (2). Children can make a 0 to 9 matrix a square ruled copy and make their own table sheet by placing broomsticks criss-cross and counting the number of junctions. So, children who have learnt to count should be encouraged to make their table sheets. **Fig (1).**

Fig (3) shows how the abstract concept of multiplication by zero can be concretized.

Multiplication of two digit numbers would mean counting too many junctions. So, ten broomsticks can be represented by one card strip. Fig (4). Criss-cross of two strips will be $10 \times 10 = 100$, while that of a strip and a broomstick will be $10 \times 1 = 10$. Add up the sum of all the junctions to get the multiplication value. Fig (5).



વિમાનની પાંખ

વિમાન કેવી રીતે ઊડે છે? તેને ઉપર ઉઠાવવાની તાકાત તેની પાંખને કેવી રીતે મળે છે? ચાલો, વિમાનની પાંખ બનાવીને આ બાબત સમજીએ. ૨૦ સે.મી. લાંબો અને ૧૦ સે.મી. પહોળો કાગળ લો. ચિત્ર-૧ માં બતાવ્યા પ્રમાણે તેને વાળીને બંને છેડા ચોંટાડી લો. ધ્યાન ચુખો કે પાંખનો નીચેનો ભાગ સપાટ અને ઉપરનો ભાગ ફૂલેલો રહે. પાંખનો પહોળો છેડો ‘Trailing edge’ અને ચપટો છેડો ‘Leading edge’ બનશે.

Leading edge થી ૩ સે.મી. ના અંતરે કાગળના બંને ભાગમાં કાણું પાડી લો. આ કાણાંમાં સ્ટ્રો અથવા ચિફ્ફલ પસાર કરી તેને ચોંટાડી લો (ચિત્ર-૨). Trailing edge ના મધ્યભાગે કડક રહે તેવા કાગળની પૂંછડી ચોંટાડી લો. આ પૂંછડી પાંખને ડગમગવા દેશે નહીં. ચિફ્ફલમાંથી એક દોરી પસાર કરી લો. દોરીના બંને છેડે એક-એક ડંડી બાંધી લો.

દોરો તંગ રહે તે રીતે બંને ડંડીઓને બે હાથમાં પકડો. ડંડી તેમની આડી ધરી પર ઝડપથી હલાવતાં પાંખ દોરી પર ઉપર ચઢશે (ચિત્ર ૩,૪). પાંખના ઉપરના ભાગની કુલ લંબાઈ નીચેના સપાટ ભાગ કરતાં વધારે છે. હવાને લાંબુ અંતર કાપવાનું હોવાથી તે ઉપરના ભાગે પ્રમાણમાં વધારે ઝડપથી વહે છે. તેને કારણે ઉપરના ભાગે હવાનું હલકું દબાણ સ્થાય છે. નીચેના ભાગનું ભારે દબાણ પાંખને ઉપર ધકેલે છે. આ જ રીતે વિમાનની પાંખ વિમાનને ઉપર ઉઠાવે છે.

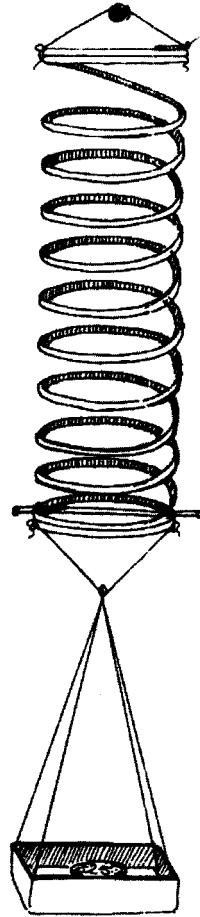
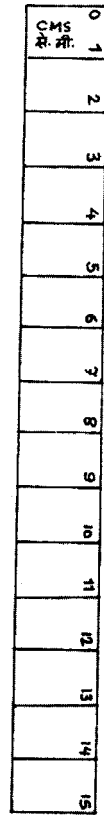
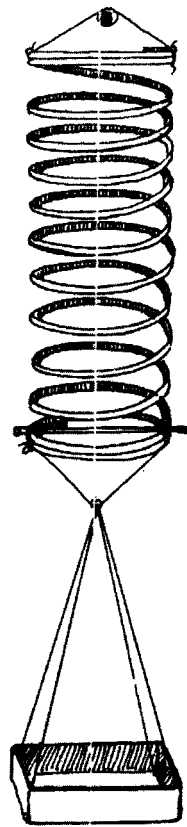
Aeroplane Wing

What makes an aircraft fly? How does the aircraft's wing produce lift? You can find this by making a model of part of an aircraft wing. Cut a piece of paper 20 cms. long and 10 cms. wide. Bend it in half as in **Fig (1)** and stick the edges together. Run a fold along the edge with your finger nails so that it bends, curved at the top and almost flat underneath. The flat end of the wing is the leading edge, and the thin edge is the trailing

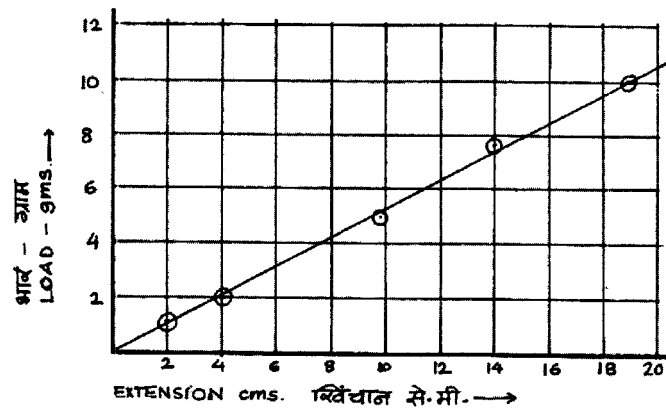
Make a hole straight through both parts of the wing about 3 cms. from the leading edge. Pass a piece of empty ball pen refill or soda straw through it and fix it with a dab of glue. **Fig (2)**.

Stick a piece of paper on the center line of the trailing edge. This fin will stand vertically on the trailing edge and will help in stabilizing the wing. Pass a thin thread through the refill and fix it on two sticks.

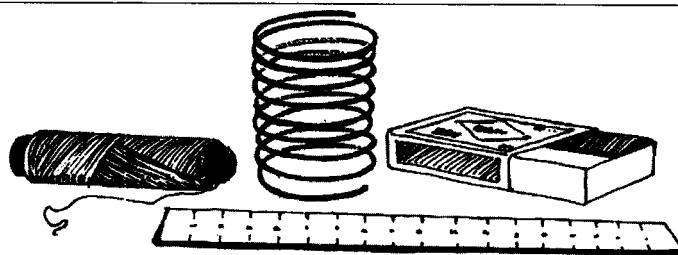
As you swing the sticks through the air the wing will rise on the thread. **Fig (3&4)**. The top curved portion of the wing is longer than the bottom portion, so the air moving over the top has further to go and therefore moves faster. This produces a lower pressure on top of the wing producing lift. This is how a wing helps an aeroplane to rise in the air.



1



2



સ્પ્રિંગ ત્રાજવું

સ્પ્રિંગ જેવી પ્લાસ્ટિકની બંગડી ગામડાની દુકાનમાં મળતી હોય છે. તે આકર્ષક રંગોમાં મળે છે અને સસ્તી પણ હોય છે. આ બંગડીનો સ્પ્રિંગ તરીકે ઉપયોગ કરી આપણે વિજ્ઞાનના કેટલાક પ્રયોગ કરી શકીએ.

બંગડીના એક છેડે દોરી વડે લટકણ (લુપ) બનાવી તે છેડાને ખીલી પર લટકાવી લો. તેની બાજુમાં એક માપપટ્ટી લટકાવી લો. બંગડીના નીચેના ભાગે દીવાસળીના ખોખાનું ત્રાજવું બનાવી લટકાવી લો. બંગડીના છેક નીચેના ભાગે સાવરણીની એક સળી ભરાવી લો. આ સળી બંગડી કેટલી ખેંચાઈ તે દર્શાવશે. (ચિત્ર-૧) સૌ પહેલાં ખાલી ત્રાજવા સાથે આ સળી માપપટ્ટી પર કયો આંક દર્શાવે છે તે નોંધી લો. સામાન્ય રીતે ચલણી સિક્કાઓનું વજન નિશ્ચિત હોય છે. જેમકે, જુના ૫૦ પૈસાનું વજન = ૫ ગ્રામ ૧ રૂપિયાનું વજન = ૪ ગ્રામ, ૨ રૂપિયાનું વજન ૬ ગ્રામ. ત્રાજવામાં જુદા-જુદા વજનના સિક્કા મૂકો. દરેક વખતે બંગડી કેટલી ખેંચાઈ તે નોંધો. હવે, ખેંચાણ અને વજનનો ગ્રાફ બનાવો. આ ગ્રાફ લગભગ સીધી રેખા મળશે, જે હુકના નિયમનો સાબિત કરે છે. સ્પ્રિંગ બંગડી પણ એક ચોક્કસ માપના ત્રાજવાનું કામ કરે છે. જે ૧ ગ્રામ સુધીના વજનને માપી શકે છે.

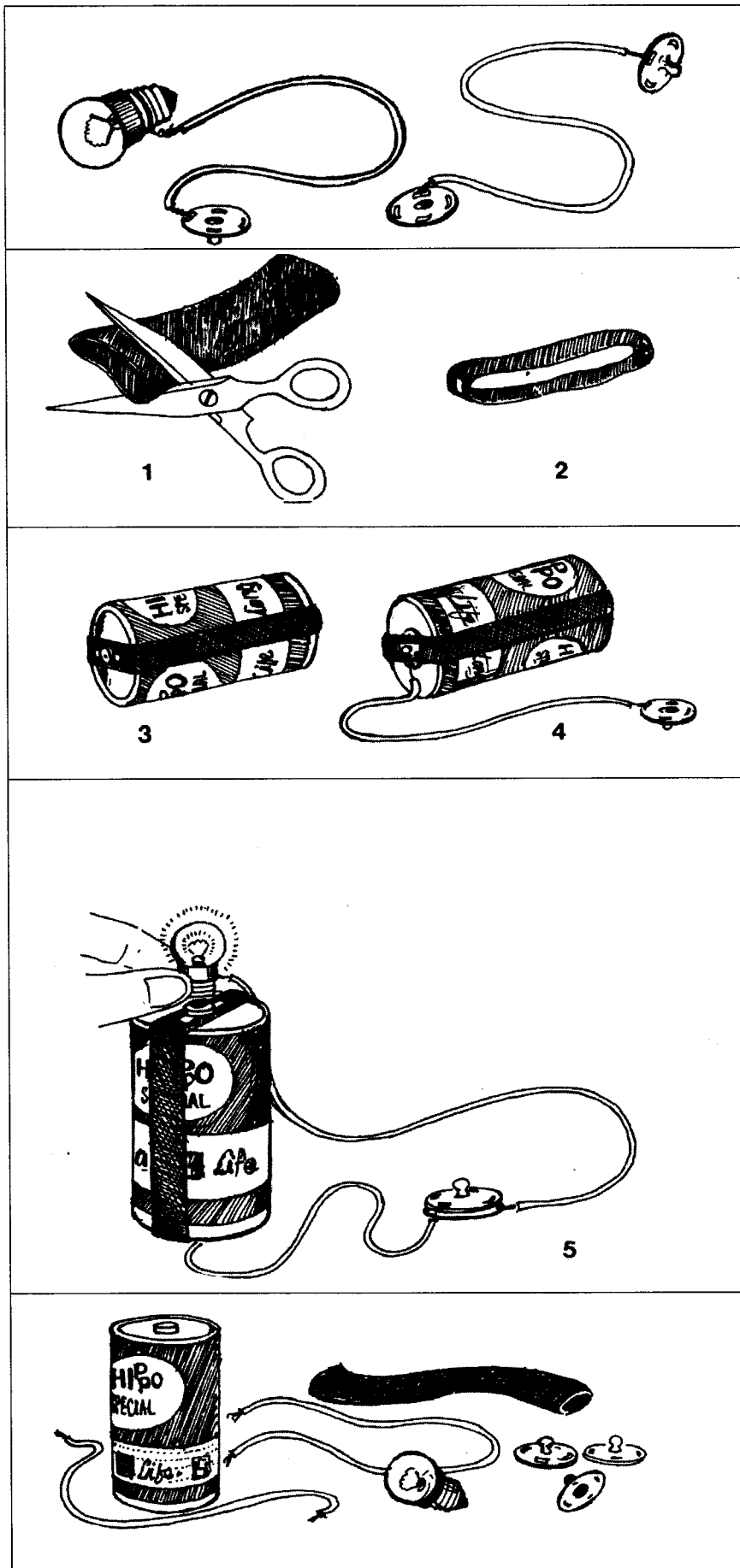
સ્પ્રિંગ બંગડીના ત્રાજવાને થોડું ખેંચીને છોડી દો. બંગડી ઉપર-નીચે થશે. એક મિનિટમાં થતાં બંગડીના દોલન ગણો. હવે, બંગડીમાં જુદા-જુદા વજન મૂકો અને વજન સાથે એક મિનિટમાં થતા દોલન ગણો.

Spring Bangle Balance

Plastic spring bangles are sold as village trinkets. They are available in attractive colours and come cheap. These spring bangles can be used as low stiffness springs for a number of simple experiments. Tie a thread loop to hang the bangle by a nail. Hang a matchbox drawer at the bottom for the pan. Fix a broomstick piece on the bottom coil to act as the indicator. Fig (1). Mark the initial position of the indicator with the pan empty. Coins have standard weights. An old 50 paise coin weighs 5 gm., 1 rupees 4 gms. and 2 rupees 6 gms. Place coins for different weights on the pan and measure the extension in each case. When the load is plotted against the extension on a graph paper, almost a straight line is obtained, proving Hooke's law - that within elastic limits, the stress is proportional to the strain.

The calibrated spring bangle can also be used as a very sensitive spring balance as it has a measurable response to even one gram load.

Hold the top thread loop and oscillate the spring bangle with the empty pan. Note the time taken for 10 oscillations. Repeat this with different weights in the pan.



પુશ બટન સ્વિચ

હોશંગબાદ વિજ્ઞાન કેન્દ્રના બાળકો ટોચના બલ્બ અને બેટરી સેલ વડે ઘણાં પ્રયોગો કરે છે. આ પ્રયોગોમાં વિદ્યુત પરિપથ જોડવા એક કળ (સ્વીચ)ની જરૂર પડતી હોય છે. ઝાંખંડની પટ્ટીની બનેલી સ્વિચોને ઝડપથી કાટ લાગતો હોય છે. તેમજ કાટને કારણે તેમની પ્રતિરોધકતા પણ વધતી હોય છે.

જૂન ૧૯૮૮માં ભોપાલ ખાતે યોજાયેલ શિબિરમાં એકલવ્ય, ઉજ્જૈનના મિત્ર વિવેક પારસકરે પુશ બટન સ્વિચ શોધી કાઢી. પુશ બટન સસ્તા હોય છે. વળી તે સ્ટિલના હોવાથી તેમાં કાટ નથી લાગતો.

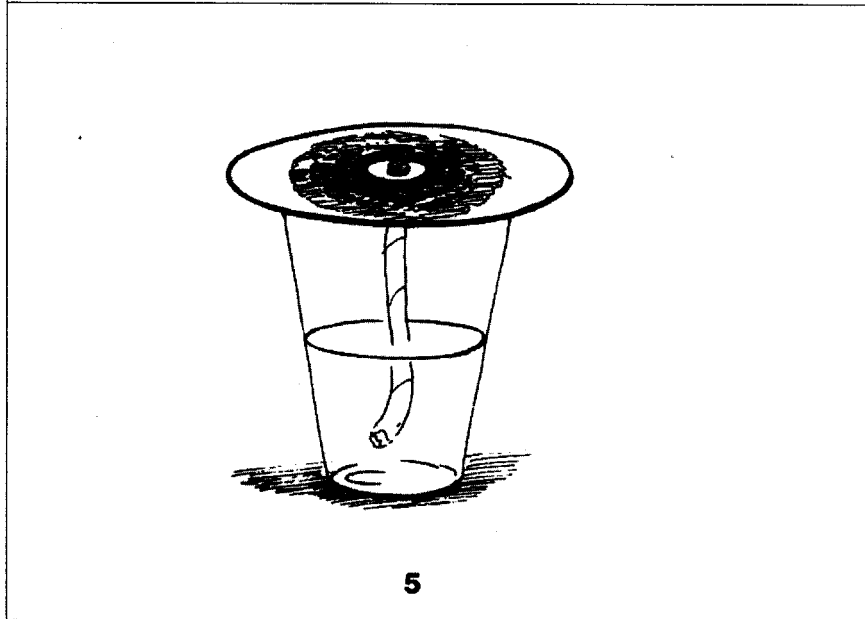
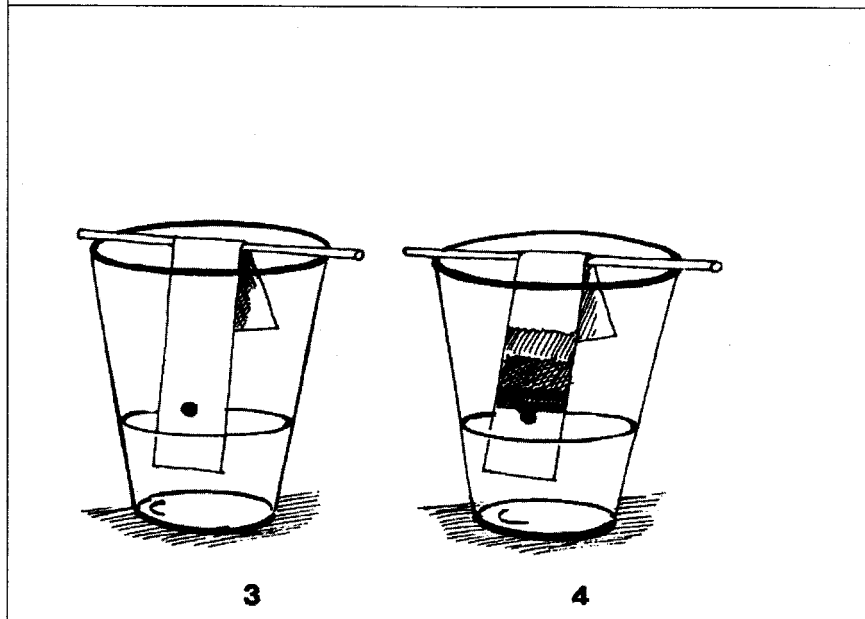
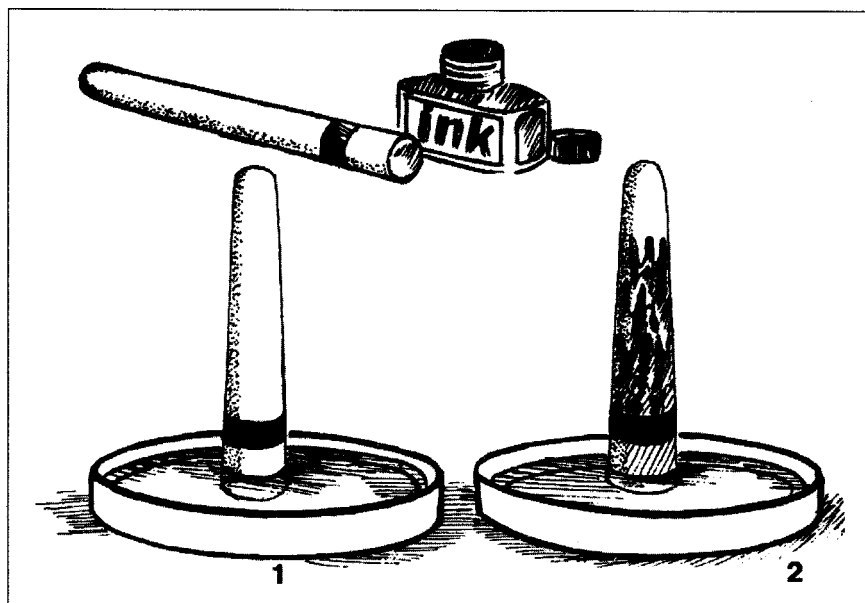
બેટરી સેલને તળિયે તાર જોડવો પણ એક મુશ્કેલ કામ છે. તે માટે સાયકલની જુની ટ્યુબનો ૧ સે.મી. પહોળો ટુકડો કાપી લો (ચિત્ર-૧). આ ટુકડામાં સામસામે બે કાણાં પાડી લો (ચિત્ર-૨). ટુકડાને ખેંચીને સેલ પર ચઢાવી લો. સેલના ધન વીજભારવાળી ડંડી એક કાણામાં ગોઠવાઈ જશે (ચિત્ર-૩). પુશ બટનનો ઊભી ડંડીવાળો ભાગ સેલના તળિયે ગોઠવતા તેની ડંડી ટ્યુબનાં બીજા કાણામાં ગોઠવાઈ જશે (ચિત્ર-૪). બલ્બને હવે સેલની ઉપર ગોઠવો. ચિત્ર-૪ પ્રમાણે તાર જોડો. બીજા પુશ બટનના બંને ભાગને જોડીને સ્વિચ બંધ કરો. બલ્બ સળગી ઉઠશે (ચિત્ર-૫).

Press Button Switch

The middle school children in the Hoshangabad Science Teaching Program do a number of experiments with torch bulbs and batteries. Several alternatives have been tried, modified and rejected. All switches with steel strips tend to rust and have high contact resistance.

Vivek Paraskar of Eklavya, Ujjain found a very ingenious solution to the switching problem. He used press buttons. They are made of steel, so they never rust.

How to connect a wire to the battery bottom? Cut a 1 cm. wide rubber band out of an old cycle tube. **Fig (1)**. Cut two circular notches at the diametrically opposite ends of this band. **Fig (2)**. Stretch and slip the band on the battery. The positive top of the battery top sits in one notch. **Fig (3)**. A press button half with a pip sits in the other rubber notch at the battery bottom. **Fig (4)**. Place the bulb on the battery top and snap close two parts of the press button to close the switch, and light the bulb **Fig (5)**.



ક્રોમેટોગ્રાફી

થોડી કાળી, લાલ, ભૂરી શાહી ભેળવી લો. આ મિશ્રણને ચોકના પહોળા છેડા ફરતે ૫ એમ.એમ. જગ્યા છોડી લગાવો. (કાળી શાહીવાળી સ્કેચપેન પણ ચાલે) શાહી સૂકાઈ જાય પછી ચોકને ભરેલા છીછરા ઢાંકણમાં ઊભો ગોઠવો (ચિત્ર-૧). જો જો, શાહીની નિશાની પાણીના સ્તરથી ઉપર રહેવી જોઈએ. ચોક ધીમે-ધીમે પાણી ચૂસશે. થોડી વારમાં આખો ચોક ખીનો થઈ જશે અને ચોક ઉપર જુદા-જુદા રંગ જોવા મળશે (ચિત્ર-૨).

બ્લોટીંગ કાગળની એક પટ્ટી લો. તેના એક છેડે ૧ સેમી. જગ્યા છોડી મિશ્રિત શાહીનું (અથવા કાળી સ્કેચપેનથી) એક ટીપું પાડો. પટ્ટીને વાળી લો અને એક સળી પર ટેકાવી એક ગ્લાસમાં લટકાવી લો. શાહીવાળો ભાગ પાણીમાં એવી રીતે ડૂબેલો રહે કે જેથી શાહીનાં ટીપાને પાણી ના અડે (ચિત્ર-૩). થોડી વાર પછી કાગળની પટ્ટીમાં જુદા-જુદા રંગના પટ્ટા જોવા મળશે (ચિત્ર-૪).

એક ગોળ બ્લોટીંગ કાગળના કેન્દ્રમાં ૫ મિ.મી.નું કાણું કરો. કાણાંથી થોડેક દૂર આપણી મિશ્રિત શાહી વડે એક વર્તુળ દોરી લો. રૂની એક લાંબી વાટને આ કાગળનાં કાણામાં ફસાવી લો. ભરેલા એક ગ્લાસને આ કાગળ વડે એવી રીતે ઢાંકો કે રૂની વાટ પાણીમાં ડૂબેલી રહે. થોડી વાર પછી કાગળ પર જુદા-જુદા રંગનાં વર્તુળ જોવા મળશે

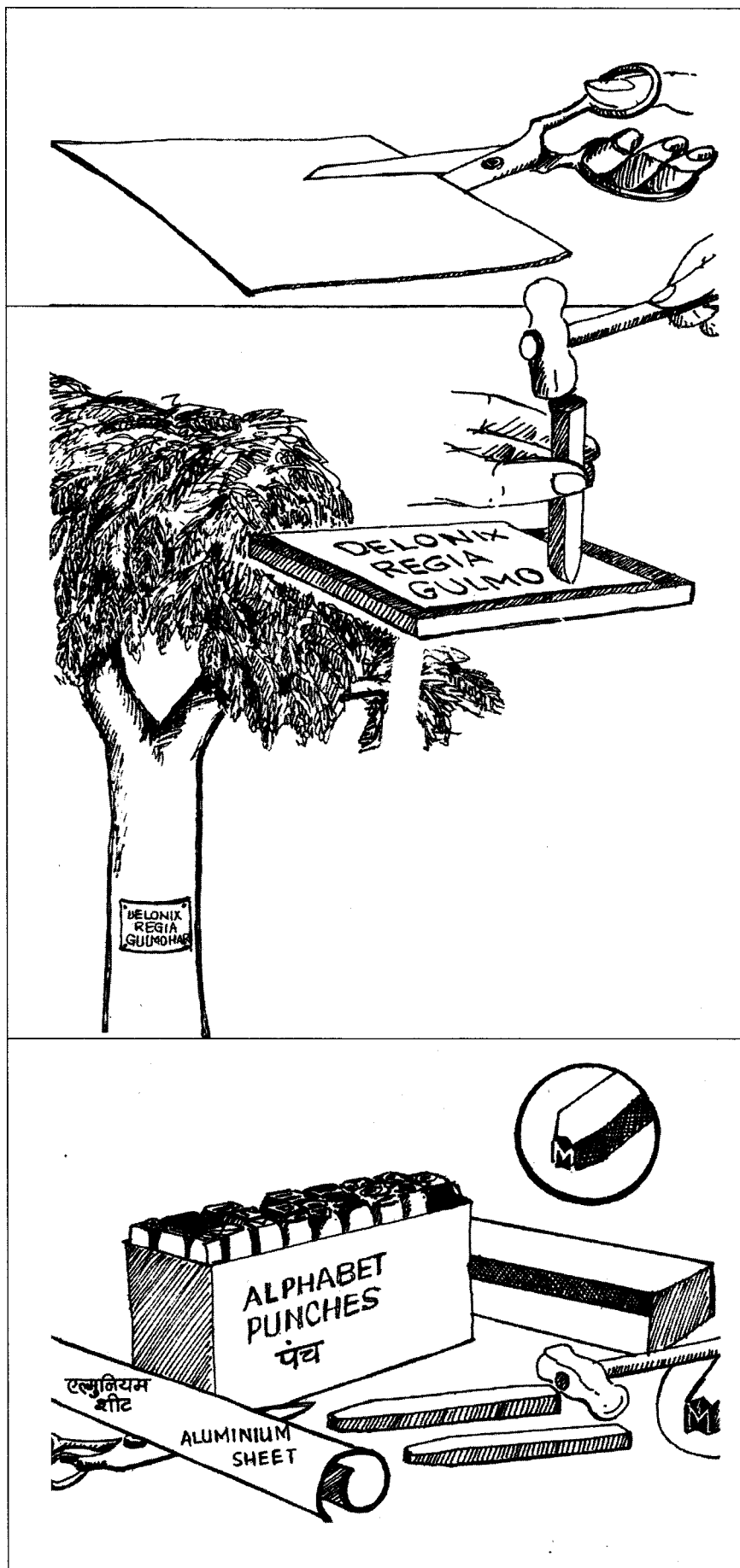
જે રીતથી તમે શાહીના રંગને છુટા પડ્યા તે રીતને ક્રોમેટોગ્રાફી કહે છે.

Chromatography

Mix a few drops of black, red, yellow and blue ink. Place a few drops of this ink on a chalk about 5 mm. from the thick end. Dry the chalk in sunlight. Now stand the chalk in a lid containing water. **Fig (1)**. The ink band should not be in direct contact with the water. After some time the water rises up the chalk and the different colors are separated in distinct band. **Fig (2)**.

Take a strip of blotting paper and place a small drop of the mixture ink on it about 1 cm. from the end. Dip the strip in water and fold and rest the other end on a broomstick on a glass. Ensure that the water level in the glass is below the ink dot. **Fig (3)**. After some time as the water rises on the blotting paper, the colors of the ink mixture are dispersed in distinct bands. **Fig(4)**.

Make 5 mm. hole in the center of a circular blotting paper. Mark a circular mixture ink ring slightly away from the hole. Place a wet cotton wick in the hole and rest the paper on a tumbler with the wick dipping in water. After a while the ink mixture is dispersed in beautiful circular bands. **Fig(5)**. This technique known as chromatography is used for separating mixtures in several industrial processes.



વૃક્ષોની નેઈમપ્લેટ

આપણે ઘણાં વૃક્ષોના નામ જાણતા નથી. જો બધા વૃક્ષો પર તેમના નામની તકતી-નેઈમપ્લેટ હોય તો લોકો તે નામ વાંચીને તે વૃક્ષનું નામ જાણી શકે. વૃક્ષો પર તેમના નામની તકતી લગાવવી એ જનશિક્ષણનું કામ છે. સામાન્ય રીતે લોખંડના પતરા પર રંગ વડે આવી તકતીઓ બનાવાતી હોય છે. તેની મુશ્કેલી એ છે કે તાપ, વરસાદને કારણે થોડા જ મહિનાઓમાં લોખંડની તકતીને કાટ લાગી જાય છે અને તેનો રંગ નીકળી જાય છે.

વૃક્ષોની નેઈમપ્લેટ બનાવવાનો બીજો સસ્તો અને સરળ વિકલ્પ ઉપલબ્ધ છે. એલ્યુમિનિયમ પતરામાંથી ૧૦x૫ સે.મી.ના ટુકડા સાદી કાતરથી કાપી લો. દરેક ટુકડાને લાકડાના પાટિયા પર ચાખી અક્ષર પંચ વડે વૃક્ષનું નામતેના પર ઉપસાવો. સામાન્ય રીતે અક્ષર પંચ અંગ્રેજીમાં જ મળે છે.

એલ્યુમિનિયમની તકતીઓને ક્યારેય કાટ આવતો નથી કે નથી એની કોઈ સંભાળ લેવી પડતી. જનશિક્ષણનું આ કામ શાળાઓ ઉત્સાહ પૂર્વક ઉપાડી લઈ શકે.

Trees Nameplates

Every tree has a name though we seldom know it. If there was a name plate on every tree then people could read it and know its name. Putting name plates on trees would be very useful public education. Normally a mild steel plate is taken and painted black. The name of the tree is painted in white and then it is nailed to the tree. The trouble with this traditional technique is that the mild steel soon rusts because it is exposed to the elements. Within a year or two the paint peels off. A simple way of making -tree name plates is by punching thin aluminum sheets with alphabet punches. Cut a 10 cms x 5 cms piece of aluminum sheet. It is soft enough to be cut with a home scissors. Keep this sheet on a plank of wood and using A, B, C, D alphabet punches emboss the name of the tree.

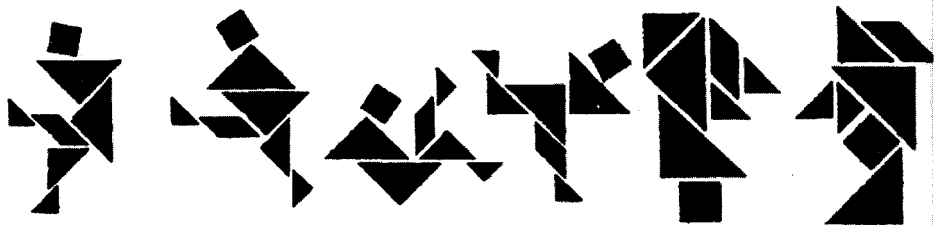
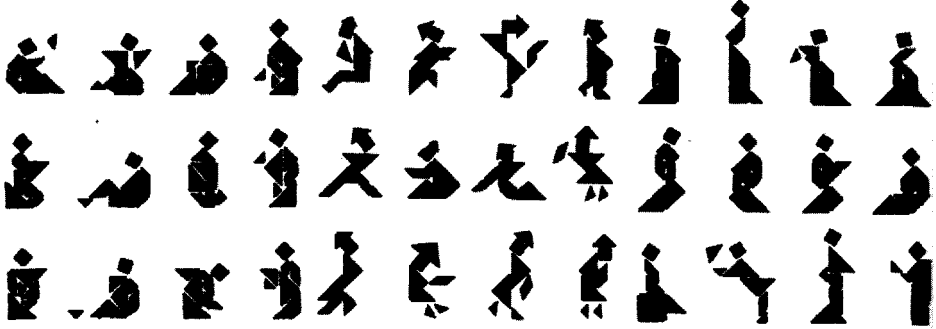
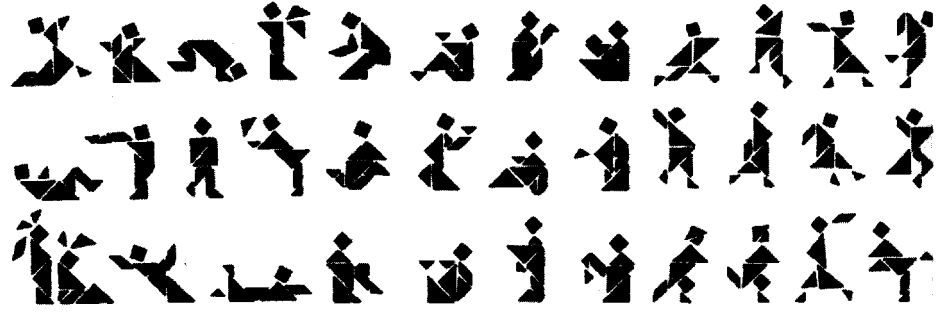
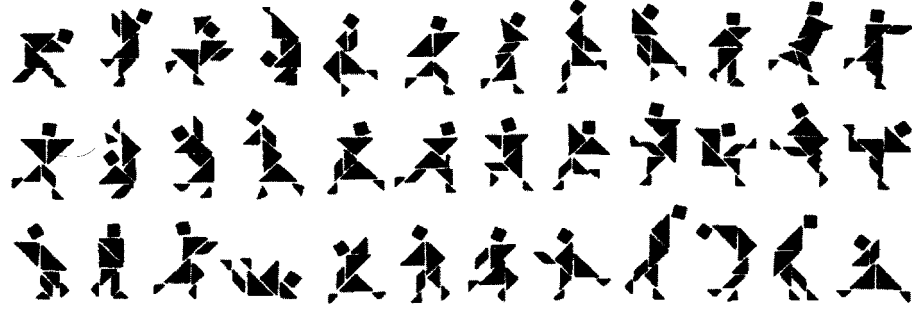
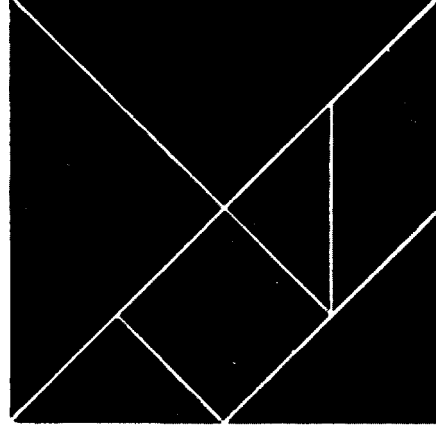
These embossed aluminum tree name plates never rust and there is no paint to peel off. They require no recurring maintenance. Schools could easily take up this socially relevant project.

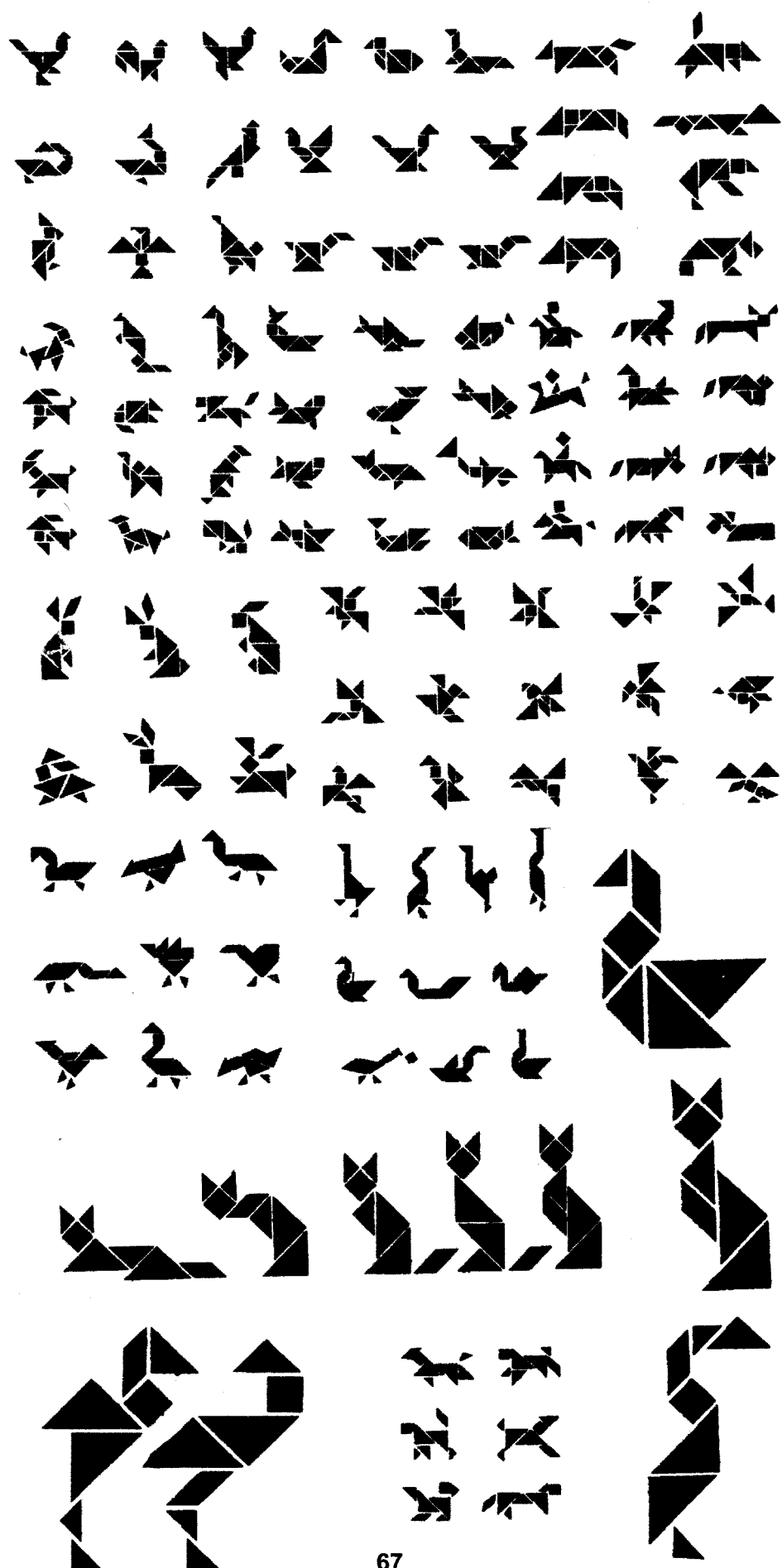
ટેનગ્રામ

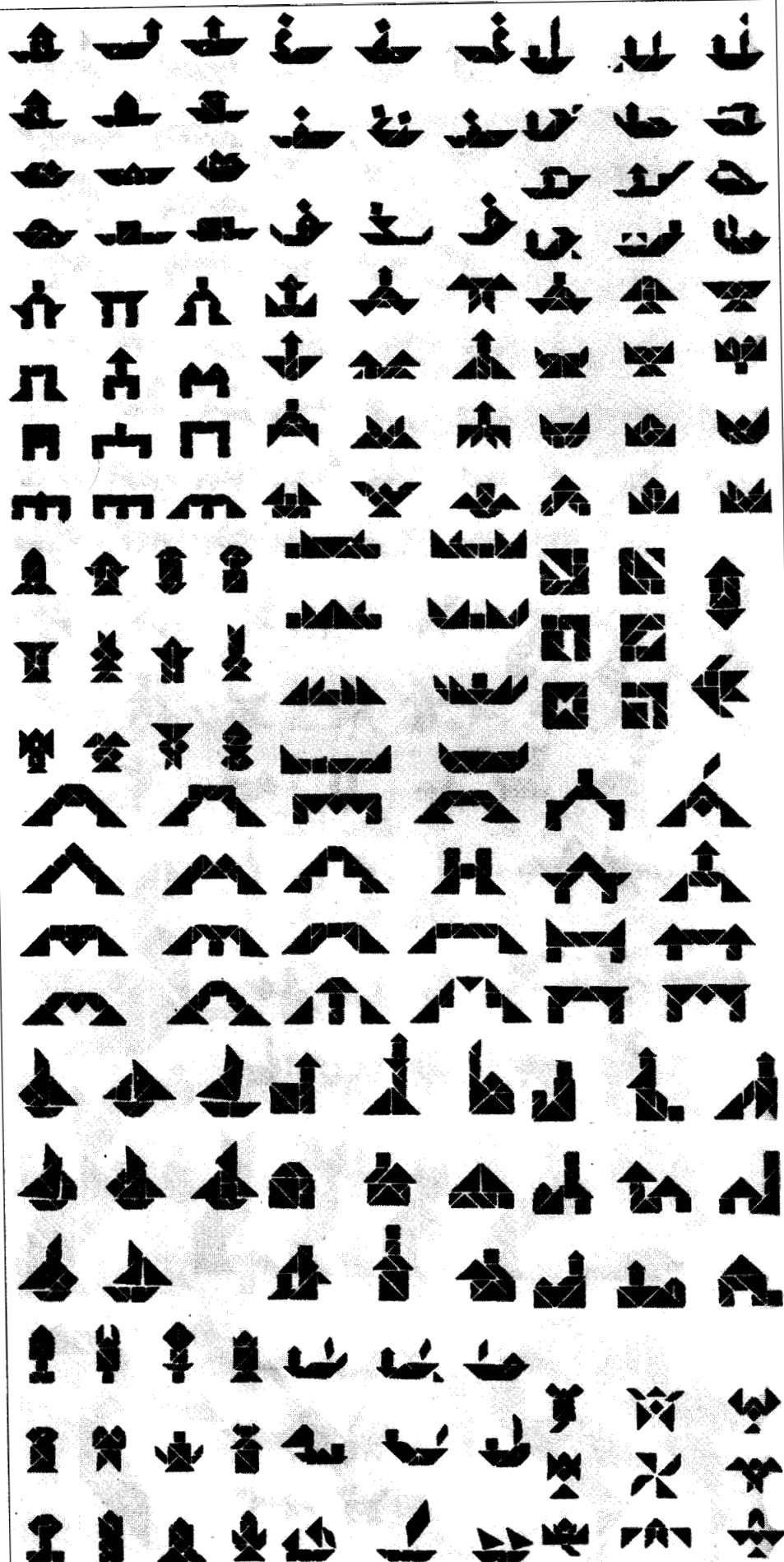
એક હજાર વર્ષ પહેલાનું ચીન દેશનું આ એક ઉખાણું છે. કોઈ પણ માપના ચોરસ પૂઠાંને બાજુમાં બતાવ્યા મુજબ સાત ટુકડામાં કાપી લો. હવે સાતે ટુકડાઓને જોડી-જોડીને પ્રાણીઓ, માણસો વગેરેની જુદી-જુદી આકૃતિમાં સાતે ટુકડા લાગવા જોઈએ. તેમજ સાતે ટુકડા જોડીને પોતાની કલ્પનાઓથી નવી નવી આકૃતિઓ પણ જરૂર બનાવો.

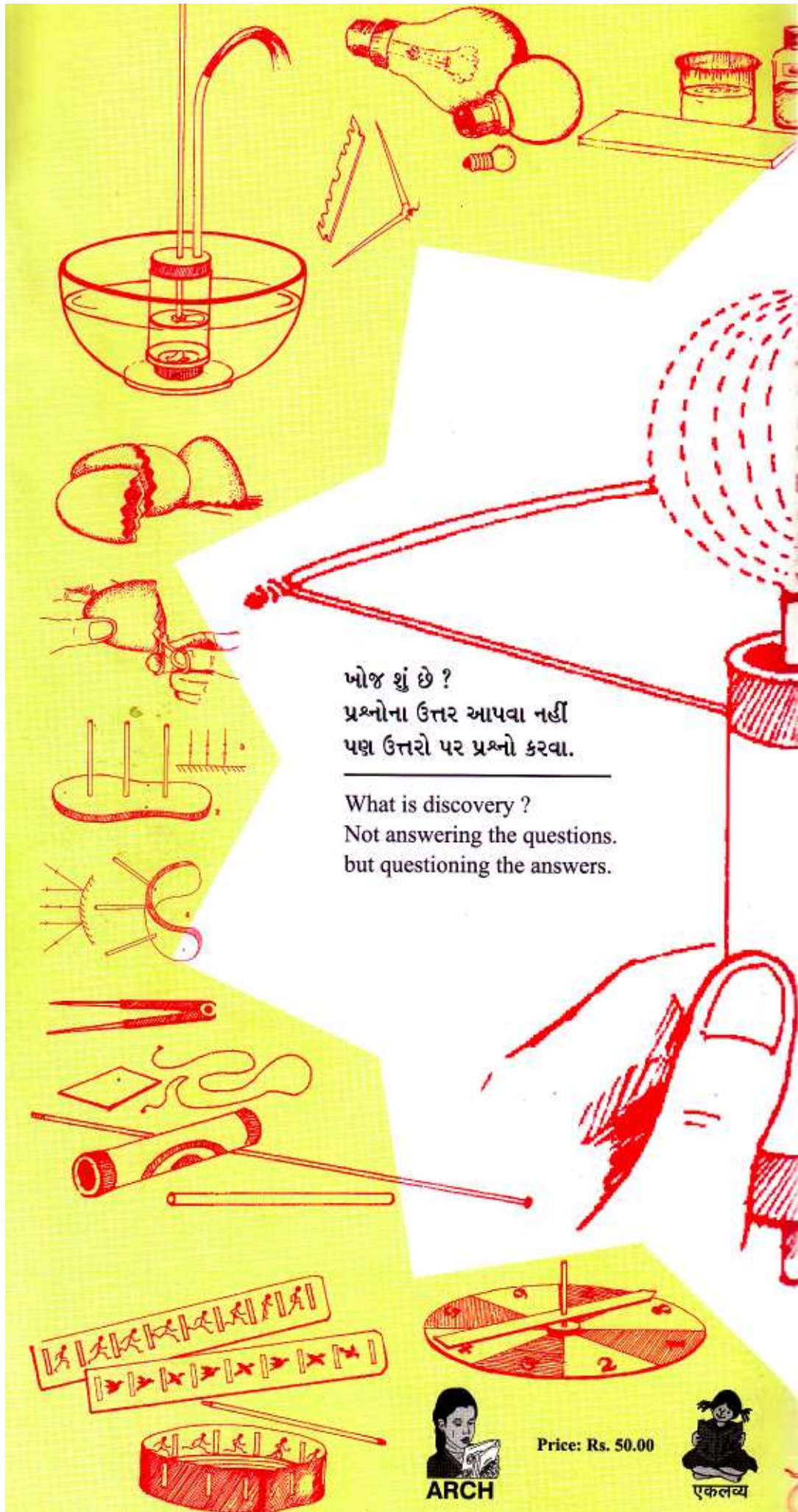
Tangram

This is a thousand year old Chinese puzzle. Cut any size square into seven piece as shown in the picture. Now assemble the seven pieces to make shapes of animals, birds, human etc. In each case all seven pieces have to be used. Make more shapes on your own.









ખોજ શું છે ?
પ્રશ્નોના ઉત્તર આપવા નહીં
પણ ઉત્તરો પર પ્રશ્નો કરવા.

What is discovery ?
Not answering the questions.
but questioning the answers.



ARCH

Price: Rs. 50.00



एकलव्य